# ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain

VOLUME I OCTOBRE 1942 NUMÉRO 4

# Newton

L'année 1942 marque le troisième centenaire de la naissance de SIR ISAAC NEWTON, le plus brillant génie scientifique de l'Angleterre, *primus inter pares* des plus grands hommes de science de tous les temps. Il convient, même au milieu des travaux de la guerre, de s'arrêter un moment pour rendre hommage à la mémoire d'un homme qui « s'il eût fleuri dans la Grèce antique, eût été adoré comme un dieu ». Il est inutile dans un journal scientifique de citer en détail l'apport de Newton à l'optique, à la mécanique, à l'astronomie et aux mathématiques. Nos lecteurs le connaissent bien. Il n'est cependant pas sans profit de rappeler que ses travaux ont eu sur les progrès de la science un effet si radical qu'ils ont influé notablement sur le cours ultérieur de la civilisation. Newton s'intéressait aussi à la chimie et DOUGLAS MCKIE discute plus loin ses vues à ce sujet (p. 141).

Ce qui caractérise principalement Newton c'est peut-être sa constante habitude de penser par lui-même, qu'il s'agisse de science, de philosophie, de théologie, ou des détails mondains de la vie quotidienne. Doué d'un tempérament flegmatique, dépourvu d'humour, ne prenant intérêt ni à la musique, ni à la poésie, ni aux beaux-arts, il était « éminemment sensible au défi posé par un problème », et savait fertilement utiliser ou inventer les instruments intellectuels ou matériels nécessaires pour le résoudre. A mesure que le besoin s'en faisait sentir, il pouvait aussi bien créer une nouvelle branche des mathématiques — le calcul infinitésimal — ou construire de ses mains un bon télescope. Ce fut en fait un penseur plein de profondeur et de ressource, avec peu des excentricités de caractère qui accompagnent fréquemment le génie. On reconnut immédiatement en Angleterre, et très vite sur le continent européen, son éminente intuition scientifique. LAGRANGE décrivait les *Principia* comme le chef d'œuvre de l'esprit humain et LAPLACE confirmait ce verdict. De plus la puissance d'abstraction de Newton n'éclipsait ni son aptitude aux affaires, ni son talent d'organisateur, ni son puissant esprit de suite. Ces qualités apparaissent en pleine lumière dans la réforme de la Monnaie Royale qu'il accomplit avec fermeté, accueillant avec mépris toutes les tentatives de corruption. « La capacité, l'ingéniosité et la stricte droiture du grand philosophe provoquèrent rapidement », dit MACAULAY, « une révolution complète d'un bout à l'autre du service ». Et la tâche urgente du remplacement des monnaies fut accomplie avec succès. Comme exemple de l'efficacité du travail de Newton on peut citer le fait qu'en très peu de temps il fit passer de 15.000 à 120.000 livres la frappe hebdomadaire de monnaie d'argent. Disciple dévoué de la science, Newton devenait et allait rester jusqu'à sa mort, à l'âge de 84 ans, le fidèle serviteur de l'État.

Outre son activité scientifique et industrielle, Newton représenta pendant quelques années l'Université de Cambridge au Parlement, mais il ne joua jamais de rôle politique éminent. Il fut pendant près d'un quart de siècle président de la *Royal Society*, il était l'un des huit associés étrangers de l'Académie des Sciences.

Pour nous, il est salutaire de rappeler aujourd'hui « les règles du raisonnement en philosophie » énoncées par Newton au livre 3 des *Principia*. Elles sont fondamentales et l'on n'y saurait échapper plus aujourd'hui qu'en 1687, date à laquelle elles furent énoncées. Si l'on s'y tenait strictement, on dissiperait rapidement les

miasmes des hypothèses sans fondement qui de temps en temps vicient encore l'atmosphère de la science:

I) – *Nous ne supposerons pas plus de causes qu'il n'est suffisant et nécessaire pour expliquer les faits observés.*

II) – *Aussi les effets semblables doivent-ils autant que possible être assignés aux mêmes causes.*

III) – *Les propriétés communes à tous les corps que peuvent atteindre nos expériences seront supposées appartenir à tous les corps.*

IV) – *En philosophie expérimentale les propriétés déduites d'une large induction doivent être considérées comme exactes, ou tout au moins comme très proches de la vérité, jusqu'à ce que des observations ou des expériences montrent qu'elles doivent être corrigées ou qu'elles souffrent des exceptions.*

Newton lui-même ne s'écarta jamais de cette austère discipline qui contrôlait l'énergie dynamique de sa pensée. Que les hommes de science « se réjouissent qu'une si grande gloire soit apparue dans la race humaine » et se soumettent à la même austérité intellectuelle.

# Correspondance

On est prié d'adresser les manuscrits et la correspondance au rédacteur en chef, E. J. Holmyard, Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1. Nous invitons les chercheurs qui poursuivent des travaux importants ou intéressants à nous envoyer de courtes notes sur les expériences en cours et sur leurs derniers résultats.

### COOPÉRATION ENTRE LES UNIVERSITÉS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE

*De* « Naturalisé »

On pourrait grandement favoriser une plus étroite coopération entre les universités et les laboratoires industriels, comme le demande le PROFESSEUR ANDRADE (Vol. I, N° 1, p. 7 de ce journal) en établissant des liens entre ces deux types d'institution par un échange mutuel des activités de leur personnel. J'ai été à même de bien observer quelques résultats de semblables échanges quand j'ai travaillé dans diverses universités allemandes au cours de leur période « démocratique » (1918–33). Il était alors tout-à-fait courant qu'une bonne fraction de toutes les conférences spécialisées des universités fut faite par des membres de divers laboratoires de recherche. Ces conférences apportaient un supplément appréciable au programme normal d'enseignement, dans un sens plus appliqué et plus spécialisé, et offraient aux étudiants désireux d'entrer dans l'industrie la possibilité de se familiariser avec les méthodes industrielles modernes. De plus, la présence régulière dans les universités de conférenciers venant de l'industrie leur a permis d'établir un contact personnel avec le milieu universitaire. Ce contact conduisait souvent à des discussions de problèmes techniques qui parfois se transformaient en des consultations régulières du professeur de l'université. Là où une telle coopération a été tentée, elle n'a jamais été abandonnée. Dans les circonstances actuelles, nos industries de guerre sont soutenues par le personnel de nos universités avec toute la science et tout le dévouement dont il est capable. Les relations entre scientifiques et industriels sont ainsi arrivées à un type particulier de coopération étroite, et ceci, nous pouvons espérer le voir se développer d'une façon permanente sous la forme voulue après la guerre.

### SULFAPYRIDINE

*De* L. P. Garrod

Dans mon article sur « Les progrès de la chimiothérapie antibactérienne » du dernier numéro de cette revue (Vol. I N° 3, p. 122) j'ai dit que la synthèse de la sulfapyridine M. et B. 693, le composé qui a soumis la pneumonie à la chimiothérapie, avait été réalisée par A. J. EWINS. On m'a fait remarquer que le DR M. A. PHILLIPS avait été le co-inventeur de ce produit avec le Dr A. J. Ewins, leurs noms étant associés dans la littérature et dans les brevets s'y rapportant. Je suis désolé d'avoir omis le nom du Dr Phillips, lorsque j'ai parlé de cette découverte.

# L'élevage du bétail en Grande-Bretagne

JOHN HAMMOND

L'élevage en Grande-Bretagne est célèbre dans le monde entier. Traité d'abord comme un art, d'une manière avisée mais empirique, l'élevage sélectionné des animaux en vue d'obtenir certaines qualités dans certaines conditions devint rapidement une science. John Hammond, qui a lui-même beaucoup contribué à cette transformation, expose quelques-uns des buts des éleveurs et les méthodes qui permettent de les atteindre.

## HISTORIQUE

### *Les précurseurs*

Les premières tentatives d'élevage d'animaux sélectionnés ont été faites par des éleveurs isolés. Parmi celles-ci, nous citerons: celles de ROBERT BAKEWELL pour la race de bétail « Longhorn » (à longues cornes) en 1750 et le mouton de Leicester (1755), celles de JOHN ELLMAN pour le mouton de Southdown (1778), et celles de CHARLES et ROBERT COLLING pour le bétail de race « Shorthorn » (à cornes courtes) (1780). Leurs méthodes étaient les suivantes: tout d'abord choisir les animaux répondant le mieux possible aux conditions requises, puis croiser les meilleurs entre eux. Ceci impliquait dans la majorité des cas des croisements entre proches parents, et fréquemment entre consanguins [22].

En d'autres termes, après avoir décidé du type d'animal qu'ils désiraient obtenir, ils réalisaient dans leurs troupeaux la concentration du plasma-germinal des animaux présentant au degré le plus élevé les caractères du type proposé.

### *Les registres de généalogie*

À mesure que la réputation de leurs souches sélectionnées se répandait, d'autres éleveurs achetaient leur bétail et établissaient des troupeaux de ces animaux améliorés dans tout le pays. On s'aperçut alors du danger présenté par la dilution du sang ou plasma-germinal de ces souches améliorées, par suite des croisements avec des souches inférieures dans des troupeaux dispersés. Cette dilution finirait par être telle qu'elle détruirait complètement le travail préliminaire de concentration du plasma-germinal sélectionné. On institua alors en 1822 le premier registre de généalogie — *Herd-book for the Shorthorn Breed* par Coates — afin d'enregistrer la généalogie de tous les animaux remontant en ligne directe jusqu'aux animaux sélectionnés formant l'origine de la souche, et de continuer ainsi le plan des premiers éleveurs. Ces registres, et par la suite les sociétés d'élevage qui les tenaient, établirent alors des types d'excellence, essayant de définir les qualités pour lesquelles les animaux devraient être produits et sélectionnés, et d'obtenir que tous les éleveurs aient en vue le même objectif. Naturellement les demandes commerciales ont subi des variations suivant les époques, les types d'excellence se sont donc légèrement modifiés depuis leur origine. De plus, certains éleveurs individuels ont sélectionné et concentré des types qu'ils estimaient être mieux appropriés aux demandes de leur époque. C'est ainsi que les BOOTH (THOMAS, JOHN et RICHARD), THOMAS BATES, et AMOS CRUIKSHANK ont produit, chacun à leur tour, par les mêmes méthodes de croisement entre consanguins, des concentrations de plasma-germinal de types différents pour la race Shorthorn.

### *Les expositions*

Une autre méthode qui a permis de réaliser l'unité de but des éleveurs, fut l'institution d'expositions d'animaux correspondant aux types décrits dans les registres. À ces expositions on chargea des éleveurs particulièrement compétents de classer les animaux présentés et d'attribuer des prix à ceux qui se rapprocheraient le plus du type idéal que l'on cherchait à produire. Le *Smithfield Club*, fondé en 1798, organisa la première exposition de ce genre pour le bétail gras [1]. L'un des buts de ce club était la production de bétail précocement développé, servant ainsi en même temps les intérêts de l'éleveur et ceux du boucher. Voici un exemple du succès obtenu: à l'exposition de 1874, le meilleur

bouvillon de la race Devon, pesant 760 kg., était âgé de 4 ans, tandis qu'à l'exposition de 1925, le meilleur bouvillon de la même race pesait autant à 2 ans et 10 mois.

L'exposition de la *Royal Agricultural Society* pour les souches de reproducteurs a été fondée en 1837. Un grand nombre d'expositions locales et régionales servent d'éliminatoires à cette finale qui constitue chaque année un évènement pour les éleveurs. On a critiqué, en la trouvant exagérée, l'importance attribuée dans ces expositions à des détails tels que la couleur, la forme des cornes, etc. Ces caractères héréditaires, qui sont dans la plupart des cas du type mendélien simple [6], constituent la « marque de fabrique » de la race et en garantissent la pureté puisque, d'après les données actuelles sur l'hérédité, leur aspect permet de déceler le mélange avec un sang étranger.

*Les épreuves de production*

Afin de s'assurer que l'élevage des différentes races de bétail est approprié aux exigences commerciales, on a institué aux expositions des épreuves de production. Le *Smithfield Club* [1] a conservé depuis 1895 les compte-rendus complets des épreuves de carcasse pour les animaux producteurs de viande, les animaux étant classés en catégories par des bouchers, ce qui permet d'orienter le perfectionnement des animaux en fonction des goûts du public. Certaines sociétés d'élevage, telles que la *National Pig Breeders' Association*, ont établi leurs propres épreuves de carcasse pour leurs animaux, selon qu'ils sont destinés à fournir du lard ou de la chair, les animaux étant jugés selon un système de pointage sur fiches, de façon à mettre en évidence en quoi les animaux non primés ne répondent pas aux exigences commerciales. Depuis 1922 on fait des épreuves de carcasse analogues à la *London Dairy Show*. Quelques sociétés d'élevage, telles que la *Large White*, tiennent registre de la fécondité de leurs truies. Pour les vaches, des épreuves de production laitière ont été également instituées aux principales expositions; celles de la *London Dairy Show* ont lieu chaque année depuis 1876 [12]; on procède à des épreuves analogues à l'exposition de la *Royal Agricultural Society* [13].

Pour faciliter aux éleveurs la sélection des vaches laitières, les propriétaires-éleveurs et les sociétés d'élevage ont tenu registre de la production laitière de leurs vaches. Par la suite, en 1910, le Ministère dé l'Agriculture a organisé un système d'enregistrement unique pour la production laitière en Angleterre at au Pays de Galles, et on a constitué des registres des vaches donnant de façon constante une production élevée; on a procédé également à des épreuves de beurre. De plus, on a étudié au point de vue qualité et quantité le beurre produit par certaines vaches présentées aux expositions.

Au cours des dernières années, on a cherché à mettre au point des méthodes scientifiques permettant d'apprécier avec plus de précision les différents facteurs qui entrent en jeu pour la production de viande ou de lait d'une qualité déterminée, et de faciliter ainsi le travail de l'éleveur dans la sélection de ses reproducteurs.

*Les épreuves de lignée*

Les premiers éleveurs avaient l'habitude de « prêter » chaque année quelques-uns de leurs jeunes taureaux et de leurs jeunes béliers à d'autres éleveurs; ils pouvaient ainsi juger des qualités de la progéniture obtenue avant de croiser les « pères » avec les femelles sélectionnées. La valeur de ces épreuves de lignée est confirmée par les données actuelles de la génétique [6]. Elles ont été par la suite introduites dans les expositions; on a distribué des prix à une collection d'animaux constituée par la progéniture d'un même taureau. Cette épreuve est également pratiquée sous une autre forme: la publication des noms des parents des animaux primés dans les épreuves de carcasse. Ceci est réalisé par exemple dans le *Large White Herd-book*. Les Dairy Shorthorn, British Friesian, Jersey, Guernesey et autres, publient les certificats de mérite décernés aux taureaux qui ont fourni un nombre déterminé de filles particulièrement remarquables. Grâce aux progrès scientifiques réalisés récemment dans la fécondation artificielle, il est aujourd'hui possible d'utiliser plus largement des mâles ainsi sélectionnés et d'étendre la répartition du meilleur plasma-germinal à l'ensemble de l'élevage [23] [4] [24].

*Les registres de mérite*

Il est relativement facile de maintenir à un taux élevé la concentration des meilleurs sang et plasma-germinal tant que la production d'une race reste entre les mains d'un petit nombre d'éleveurs; on a constaté pour ces races une élévation du coefficient de consanguinité [2]. Ce coefficient est le pourcentage des ancêtres se trouvant dans la généalogie. Par contre, lorsque les éleveurs sont plus nombreux, certains d'entre eux étant inexpérimentés, il devient beaucoup

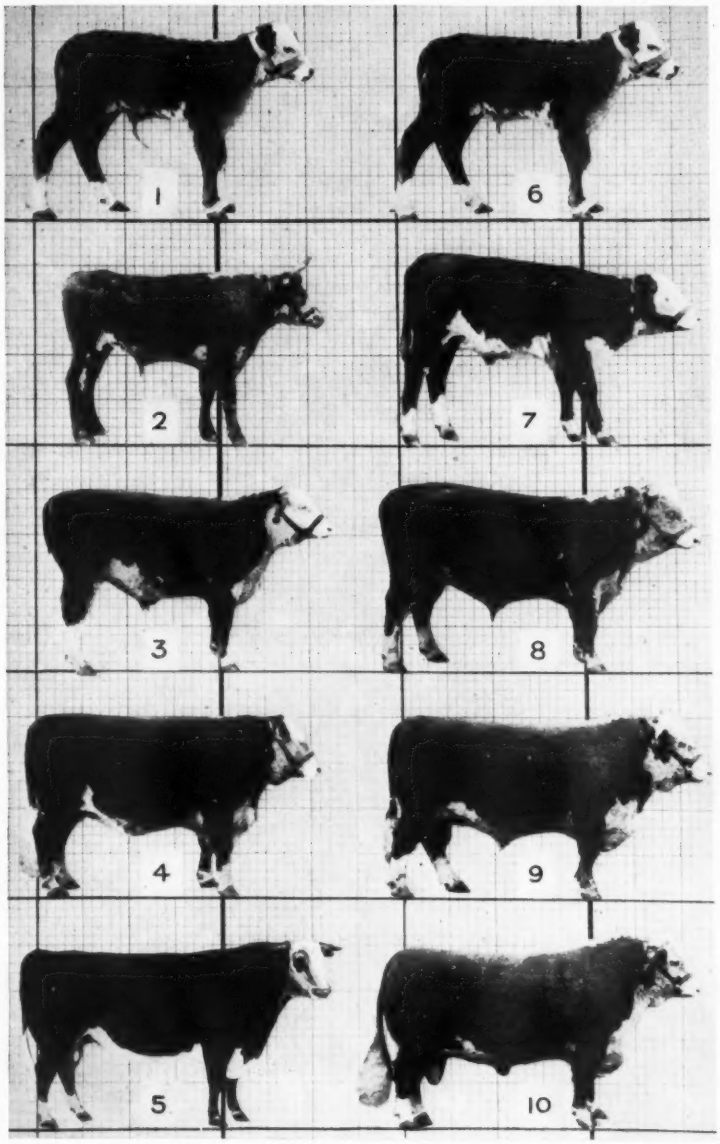



FIGURE 1 – *Changements dans les proportions du corps du bétail de Hereford. Toutes les photographies ont été réduites à la même hauteur au garrot de façon à montrer les changements de proportions indépendamment de la taille.*

1. Génisse, 2 jours.
2. Bouvillon, 30 mois, régime alimentaire pauvre.
3. Bouvillon, 11 mois, régime alimentaire riche.
4. Bouvillon, 22 mois, régime alimentaire riche.
5. Taureau, il y a 100 ans.
6. Génisse, 2 jours.
7. Taureau, 5 semaines.
8. Taureau, 13 mois.
9. Taureau, 22 mois.
10. Taureau, 5 ans.

plus difficile de savoir où trouver le meilleur plasma-germinal. Pour surmonter cette difficulté, quelques registres (British Friesian, Jersey, Guernesey, etc.) ont institué des registres de mérite, renfermant les noms des animaux qui ont fait preuve de qualités exceptionnelles, et qui peuvent être utilisés comme reproducteurs. La *Dairy Shorthorn Society* arrive au même résultat en interdisant l'entrée dans ses registres d'un taureau dont la mère ne fournissait pas une quantité déterminée de lait.

### BUTS DES ÉLEVEURS

La diversité des races est très grande en Grande-Bretagne; ceci est dû à la combinaison des deux objectifs principaux que les éleveurs cherchaient à atteindre — une variété pour chaque besoin, et une variété pour chaque catégorie de milieu. Ainsi, pour le bétail à cornes par exemple, on a pour la production de viande, d'une part des races telles que Shorthorn, Hereford, Aberdeen-Angus, etc., élevées dans les bonnes conditions des régions de plaine, et d'autre part des races telles que Galloway, Highland et Welsh, produites dans les conditions rudes et froides des régions montagneuses; parmi les races fournissant à la fois du lait et de la viande, on trouve la Dairy Shorthorn pour terrain riche, et la Red Poll pour terrain pauvre, léger et sec; il existe des races productrices de lait telles que la Ayrshire et la British Friesian; et des races productrices de crème et de beurre, la Jersey et la Guernesey.

Pour les moutons, on a les races Welsh et Blackfaced (à tête noire) — adaptées aux régions montagneuses et humides—et les races Hampshire et Suffolk qui fournissent des agneaux gras et qui sont adaptées à la vie en enclos sur des terrains spécialement cultivés.

Ces différentes variétés sont donc étroitement adaptées aux conditions du milieu et possèdent non seulement les qualités commerciales requises

mais aussi des caractères constitutionnels qui leur permettent de vivre et de prospérer dans ces mêmes conditions. Ces caractères sont essentiels pour réaliser une production continue et de longue durée [5] [6].

### MÉTHODES D'ÉLEVAGE

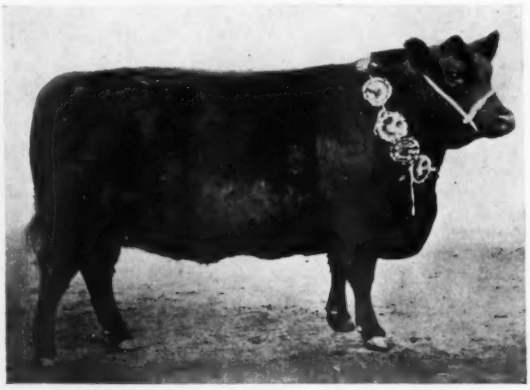
Il est évident que l'éleveur doit rester en contact étroit avec les commerçants qui utilisent sa production. Ce résultat est obtenu par les méthodes indiquées précédemment. Il doit également étudier l'influence du milieu, de la nourriture, et des différentes conditions d'élevage, sur la quantité et la qualité de sa production. Lorsqu'il a trouvé les conditions optima, il élève et sélectionne ses animaux placés dans ces conditions et peut ainsi choisir parmi eux pour la reproduction ceux qui présentent au plus haut degré les qualités requises. Lorsque les conditions optima ne sont pas réalisées, la production dépend des conditions de milieu et de la nourriture, et non pas des possibilités génétiques de l'animal; une sélection génétique convenable est alors impossible. On voit donc que les méthodes d'élevage ne sont pas purement statiques, se bornant à reproduire ce qui était le meilleur auparavant, mais qu'elles sont évolutives, tendant à amener la production à un niveau supérieur à celui qui avait été précédemment atteint. Pour obtenir ce résultat, l'éleveur utilise les données de la génétique qui lui permettent d'éliminer les caractères héréditaires indésirables, de concentrer le plasma-germinal des animaux à reproduire, et de le transmettre aux générations suivantes avec une grande certitude. De plus, il utilise les résultats des recherches sur l'alimentation et la physiologie animales, qui lui indiquent les conditions optima.

*Viande de bœuf*

Pour les bœufs de boucherie, le boucher demande un animal qui lui donne un bon pourcentage de viande, c'est-à-dire une carcasse dans laquelle la proportion d'abats, tels que tête, pieds, intestins, etc., est faible, et les muscles d'une grade épaisseur par rapport à la longueur des os, et recouverts d'une couche uniforme de graisse. Ces parties se développent à mesure que le veau grandit et c'est leur degré de développement qui détermine la valeur de l'animal au point de vue boucherie. En d'autres termes, à mesure que l'animal grandit, non seulement sa taille augmente, mais les proportions et la composition de son corps subissent des changements (*voir figure* 1, *à droite*).

A la naissance le veau est tout en tête et tout en pattes; au cours de la croissance la culotte et la longe se développent plus rapidement que la tête et les jambes, de telle sorte que les parties les plus estimées augmentent par rapport aux abats. Cependant, si l'animal est soumis à un régime alimentaire pauvre [20] il grandira sans changement notable de proportions et par conséquent sans que sa valeur augmente au point de vue boucherie (*comparer les N^os 2 et 4, figure* 1). Ceci est dû au fait que les parties du corps qui se développent les premières — tête, pattes, os, cœur, foie et poumons — sont les premières à utiliser la nourriture mise à la disposition de l'animal; donc si le régime alimentaire est limité, ces parties continueront à croître, tandis que le développement plus tardif des parties telles que la longe et la culotte est empêché. Par conséquent, les régions où les conditions alimentaires sont défectueuses ne conviennent pas à l'élevage des races de bovidés destinés à la boucherie. D'autre part, dans les régions de riches pâturages ou lorsqu'il est possible d'avoir en abondance de la nourriture supplémentaire, on peut pousser à fond le développement de l'animal pour la production de viande. En opérant ainsi sur des générations successives, et en élevant et reproduisant les animaux sélectionnés comme les meilleurs, on obtient le développement du corps selon les proportions requises, plus précocement et à un degré plus élevé. Par exemple, il y a 100 ans, le taureau Hereford (figure 1, N° 5) n'était pas mieux développé à l'âge adulte au point de vue des proportions que le taureau d'aujourd'hui

FIGURE 2 – *Génisse Aberdeen-Angus, ayant la conformation du bœuf de boucherie idéal.*



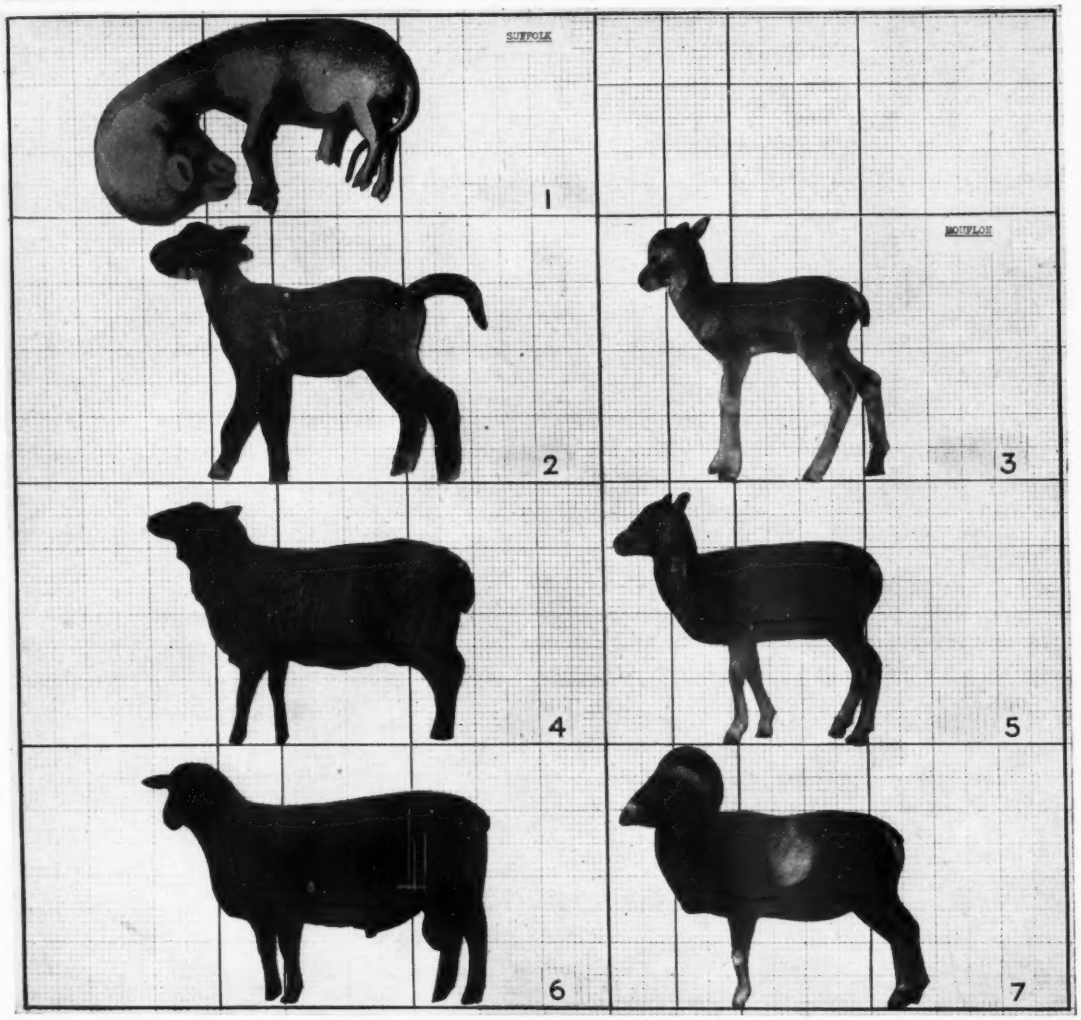



FIGURE 3 – *Changements dans les proportions des races de mouton Suffolk* (à gauche) *et Mouflon* (à droite) *au cours de la croissance. Chacun est réduit à la même hautenr au garrot afin de montrer les différences de proportions sans tenir compte des différences de taille.*
*En haut:* Embryon de 2 mois. *Deuxième ligne:* 4 jours. *Troisième ligne:* Brebis adulte. *En bas:* Mâle adulte.

âgé d'un an. De l'avis des juges à l'exposition de Smithfield, l'Aberdeen-Angus est actuellement le plus proche du type idéal du bœuf de boucherie (figure 2).

*Mouton et agneau*

On peut apprécier à quel point la précocité du mouton britannique a été améliorée, en comparant les changements de proportions qui se produisent au cours de la croissance du mouton sauvage Mouflon, et ceux que l'on remarque chez une race améliorée telle que le Suffolk (figure 3).

Le boucher juge un animal bon à tuer, lorsque la proportion de muscle et de graisse par rapport aux os a atteint un taux élevé. Par exemple, un animal ayant les *mêmes contours* que l'agneau Suffolk à la naissance (figure 3), fournit seulement pour 100 kg. de poids vif, 31 kg. de muscles et de graisse comestibles, tandis que celui qui a les *mêmes contours* que le bélier adulte Suffolk, fournit une proportion double, soit 62 kg. [7]. Sur la figure 3 on peut voir que la forme — et par conséquent le rendement en viande — de la brebis Mouflon adulte est à peine meilleure que

celle de nos races améliorées à la naissance. Ainsi que nous l'avons expliqué à propos du bœuf, on est arrivé à ce résultat en soumettant les animaux à un régime alimentaire très riche, et en choisissant parmi eux pour la reproduction ceux qui sont le plus précoces. De cette façon les éleveurs britanniques non seulement ont obtenu une précocité plus grande, mais encore ont réussi à pousser le développement de la productivité de viande chez les adultes à un niveau très supérieur à ceux qui avaient été atteints jusqu'ici.

L'éleveur doit se tenir parfaitement au courant des tendances prédominantes dans la demande du public pour la qualité de la viande. Ceci est réalisé grâce aux épreuves de carcasse jugées par les bouchers. Les éleveurs étrangers qui ne peuvent exhiber leurs animaux aux expositions qui ont lieu en Grande-Bretagne, ont demandé quelques directives sur ce sujet, et on a alors établi des types de carcasses, selon le système de pointage sur fiches, qui répondent à leurs besoins [9] [11] [16]. Ils peuvent donc avoir dans leur pays des épreuves de carcasse basées sur la demande du public britannique. Les types de carcasse idéale et de carcasse non appropriée sont indiqués d'après le système de pointage sur fiches fourni par le *Australian Meat Board* (Bureau Australien de la viande).

Ainsi que nous l'avons mentionné précédemment, l'éleveur doit sélectionner ses animaux dans les conditions qui permettent le meilleur développement des caractères requis. Des investigations scientifiques ont été faites pour établir quelles sont ces conditions; voici un exemple des conditions optima pour la production d'agneaux gras à carcasse de 14 kg. VERGES [21] a nourri des agneaux à partir du troisième mois de vie fœtale (en contrôlant l'alimentation de la brebis pleine pendant les deux mois précédant la mise bas) de façon à ce que leurs courbes de croissance soient conformes à certaines courbes de croissance déterminées à l'avance (*voir figure* 5).

Ceux que l'on a fait grandir aussi rapidement que possible ont atteint le poids de carcasse de 14 kg. en 56 jours (figure 6, N° 47) et ont donné les carcasses les meilleures — os courts avec grande épaisseur de chair; tandis que ceux dont la croissance a été lente ont atteint le poids de carcasse de 14 kg. en 294 jours (figure 6, N° 38), et ont fourni la plus mauvaise carcasse, avec des os allongés et recouverts d'une faible épaisseur de muscles. Ceux qui fournirent la meilleure carcasse après la première avaient eu une croissance lente au début, puis rapide (figure 6, N° 2) jusqu'à 125 jours. Ceux qui furent tués au même

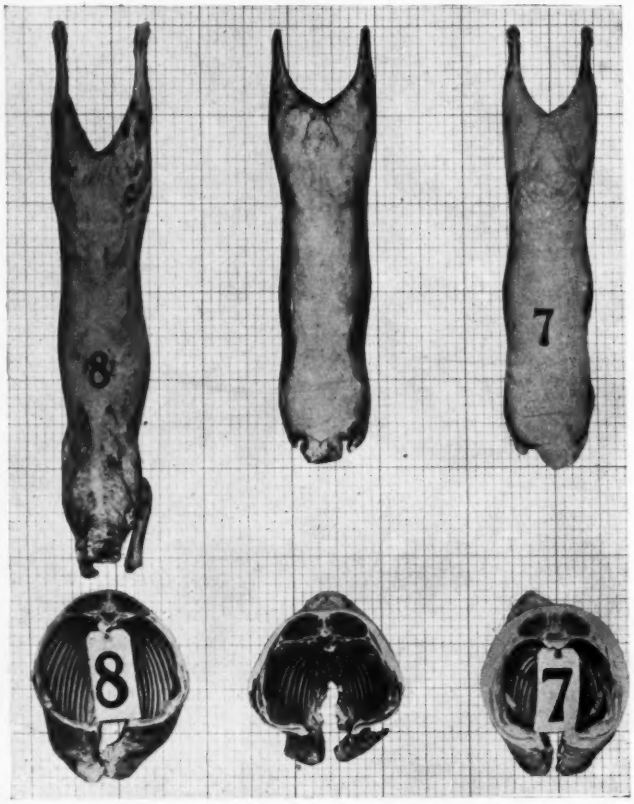



FIGURE 4 – *Carcasses d'agneaux de 13 à 16 kg., illustrant la méthode qui consiste à combiner des photographies avec le pointage sur fiches pour montrer aux éleveurs les exigences commerciales.*

| | | *Non conforme* | *Conforme* | *Non conforme* |
|---|---|---|---|---|
| | EXTÉRIEUREMENT: | | | |
| 1. | Pattes, os courts et bien pleins .. .. | 1 | 30 | 21 |
| 2. | Couche de graisse suffisante sur les cuisses.. | 2 | 10 | 10 |
| 3. | Selle large et charnue .. .. .. | 3 | 10 | 6 |
| | INTÉRIEUREMENT: | | | |
| 4. | Épaisseur de graisse sur la selle, proportions correctes .. .. .. .. .. | 5 | 20 | 8 |
| 5. | Muscle, épaisseur et dimensions .. .. | 4 | 15 | 7 |
| 6. | Côtes, légères et bien charnues .. .. | 5 | 10 | 2 |
| 7. | Couleur de la chair, pas trop foncée. Texture de la chair, finement grenue .. .. | 2 | 5 | 5 |
| | Total .. .. | 22 | 100 | 59 |

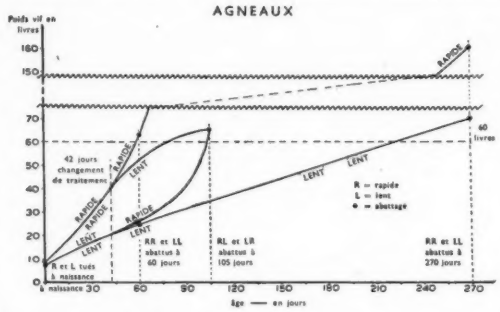
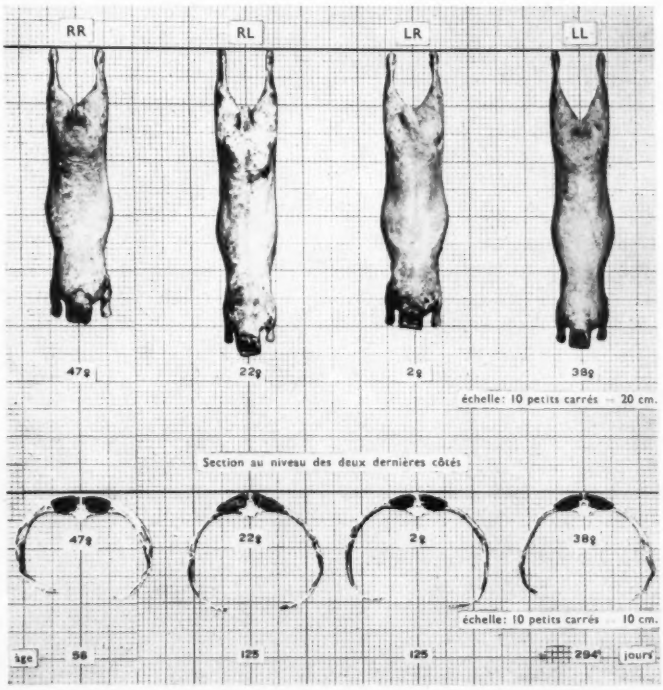



FIGURE 5 – *Schéma des expériences de Verges sur des agneaux, afin de déterminer comment la forme de la courbe de croissance, déterminée par des modifications de régime alimentaire, peut affecter les proportions et la composition de la carcasse. La figure* 6 *montre des carcasses d'agneaux présentant les quatre types différents de courbes de croissance.*

âge mais dont la croissance avait été rapide au début, puis lente, donnèrent une carcasse un peu supérieure à la plus mauvaise (figure 6, N° 22). Leur charpente s'était développée largement, mais la croissance lente à la fin de la période d'alimentation a empêché le développement suffisant du revêtement de chair et de graisse.

FIGURE 6 – *Influence de la forme de la courbe de croissance* (voir figure 5) *sur les proportions des carcasses d'agneaux de même poids de carcasse* (14 *kg.*). *Comparez celles-ci avec celles des demandes commerciales* (*figure* 4).




Le N° 47 (figure 6) est l'exemple des conditions optima pour les éleveurs d'agneaux gras (*cf. figure* 4), tandis que le N° 2 est l'exemple des conditions optima pour la production de mouton.

La production de races adaptées au climat froid et humide des régions montagneuses et pauvres est beaucoup plus difficile, car il faut développer chez les animaux, en même temps que la qualité de la viande, la résistance à ces conditions pénibles. L'éleveur britannique s'est toujours efforcé de produire des animaux de bonne constitution; ceux qui sont destinés aux régions montagneuses entrent dans une catégorie spéciale. Les éleveurs de moutons résistants, tels que le Blackfaced et le Welsh, élèvent et sélectionnent les brebis dans les conditions du rigoureux climat montagneux, mais les béliers, élevés en petits troupeaux séparés, ont un régime alimentaire plus riche. On a obtenu une combinaison des qualités de résistance et de productivité de viande en croisant ces béliers avec les brebis des troupeaux de montagne et en sélectionnant leurs descendants au point de vue de la résistance. Il n'a pas été possible de produire des races adaptées au climat chaud et humide des régions tropicales car ce climat n'existe pas en Grande-Bretagne. Le bétail élevé sous les climats tempérés a souvent un métabolisme élevé et par suite, la production est diminuée sous les climats tropicaux [17]. On a donc entrepris de produire des races adaptées aux conditions tropicales, en croisant des races des régions tempérées avec des races de zébus vivant sous les tropiques [8] [14].

*Porc et lard*

Le développement des races de porc pour la production de viande et de lard a suivi à peu près les mêmes lignes que celui des autres animaux. Actuellement, pour la viande de porc, on demande des carcasses de 45 kg. de poids vif, tandis que pour le lard on préfère des animaux plus lourds, de 90 kg. de poids vif environ. Le problème a donc été de produire des porcs présentant les proportions convenables de muscle, graisse et os pour de tels poids. Le Middle White, par exemple, a été développé de façon à donner des animaux précoces dont

les proportions soient conformes à la demande lorsqu'ils pèsent 45 kg. D'autre part le Large White, de plus grande taille, a une croissance plus lente qui lui permet d'atteindre les proportions voulues pour la production de lard, lorsqu'il pèse 90 kg. (figure 7).

Les conditions de croissance nécessaires au développement de ces deux types ont été étudiées par MCMEEKAN [15]. Il a élevé des porcs provenant de la même portée, selon des courbes de croissance déterminées, en modifiant le régime alimentaire à des époques différentes de la vie des animaux, à peu près comme Verges l'a fait pour les agneaux (*voir figure* 5). Il a constaté que les conditions optima pour la production d'un porc à viande consistent en une croissance rapide depuis la naissance; pour le lard, au contraire, la croissance ne doit être rapide que jusqu'à la seizième semaine après la naissance, après quoi la nourriture doit être rationnée de façon que le poids requis de 90 kg. soit atteint en 200 jours environ (figure 8, N° 85). En laissant croître l'animal lentement pendant les 16 premières semaines, puis en augmentant sa nourriture de façon à ce qu'il atteigne les 90 kg. de poids vif en 200 jours environ, on obtient un porc gras fournissant du saindoux (figure 8, N° 89).

C'est en maintenant les animaux dans ces conditions de traitement, et en sélectionnant pour la reproduction ceux qui y répondent le mieux, que l'on a produit des races de porc correspondant chacune aux différentes demandes du commerce. La figure 9 donne un exemple du type considéré comme idéal pour la production de lard.

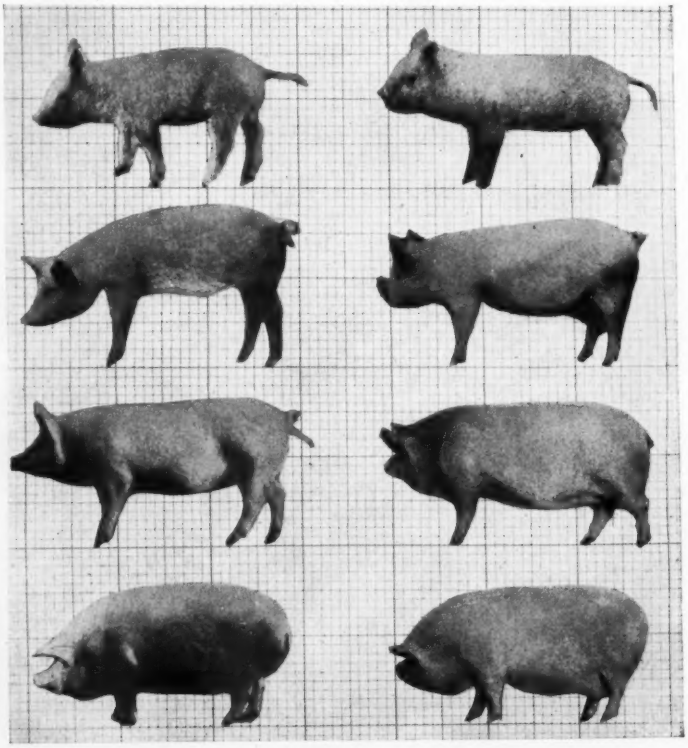
*Lait et beurre*

Pour faire une sélection correcte des souches à reproduire, il est indispensable que la production dépende des possibilités génétiques et non plus des possibilités dûes au régime alimentaire. Pour obtenir la plus grande production de lait dont l'animal soit capable au point de vue génétique, il faut que la nourriture soit abondante et correctement équilibrée en matières protéiques et minérales.

Les beaux pâturages de Grande-Bretagne réalisent ces conditions au printemps, grâce à leur jeune herbe succulente, riche en protéines et en sels minéraux et dépourvue de fibres qui occupent du volume mais ne sont pas nourrissantes. L'étude des compte-rendus de production laitière a montré [18] qu'aux autres époques de l'année la nourriture ne présente pas les conditions optima requises. On a essayé des compositions de rations supplémentaires pour les vaches laitières, et l'on peut actuellement, grâce à elles, obtenir une production ininterrompue et régulière de 9.000 litres et plus de lait par an. La sélection pour la reproduction des vaches présentant un tissu mammaire bien développé est très facile dans ces conditions alimentaires bien définies. À mesure que la sécrétion lactée augmente, la pression du lait

FIGURE 7 – *Changements dans les proportions du porc au cours de sa croissance. Tous les animaux ont été réduits à la même hauteur au garrot afin de comparer les changements de proportions sans tenir compte des tailles respectives. Les races de porc telles que la Middle White* (à droite) *subissent les changements de croissance beaucoup plus rapidement que les races à lard telles que la Large White* (à gauche), *de telle sorte que les premières atteignent les proportions voulues à* 45 *kg., tandis que les autres ne les atteignent qu'à* 90 *kg.*

*Ligne du haut:* 1 semaine. *Troisième ligne:* 90 kg. (lard).
*Deuxième ligne:* 45 kg. (viande). *Ligne du bas:* adulte.



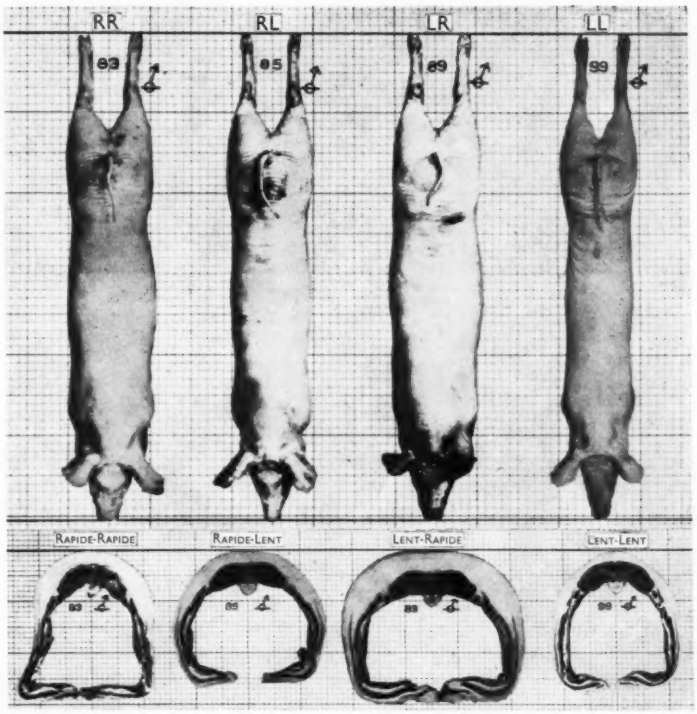



FIGURE 8 – *Carcasses et sections des dernières côtes de porcs à lard* (90 *kg.*) *dont la croissance a suivi des courbes données, grâce au contrôle du régime alimentaire. Les photographies sont réduites à la même longueur apparente de muscle.*

*HH* = *Rapide-rapide:* Croissance rapide jusqu'au bout, 168 jours.
*HL* = *Rapide-lente:* Croissance rapide jusqu'à 16 semaines, puis lente, 196 jours.
*LH* = *Lente-rapide:* Croissance lente jusqu'à 16 semaines, puis rapide, 196 jours.
*LL* = *Lente-lente:* Croissance lente depuis le début jusqu'à la fin. 315 jours.
*HH* = *Rapide-rapide:* On a le type à viande bien qu'il soit maintenant trop gras parce qu'il a dépassé le poids correct (45 kg.). *HL* = *Rapide-lente:* On a le type à lard. *LH* = *Lente-rapide:* On a le type gras.

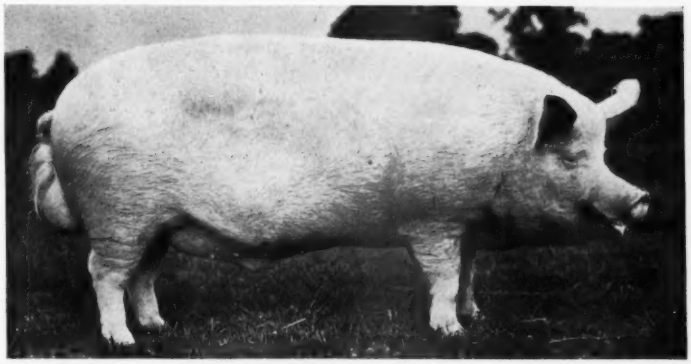
dans la mammelle s'élève également et, par suite, ralentit la sécrétion [10]; il a donc fallu procéder à des traites plus fréquentes pour arriver aux niveaux supérieurs. Il a fallu de même étudier l'élasticité de la peau et du tissu mammaire, ainsi que la forme de la mammelle, afin de s'assurer une longue période de production.

De plus, dans l'élevage pour la production de beurre, le choix du lait de certaines vaches pour la fabrication du beurre a permis d'augmenter la taille des globules graisseux et d'obtenir une meilleure séparation de la crème. D'autre part, on a amélioré la couleur du beurre fourni par les vaches de Jersey et Guernesey en donnant aux vaches les pigments végétaux nécessaires sans lesquels il serait impossible de faire une sélection convenable des animaux destinés à cette production de beurre [25]. Ces qualités de lait ont acquis une grande importance commerciale depuis que le lait est vendu en flacons de verre qui permettent de voir l'épaisseur de la couche de crème et sa couleur.

### CONCLUSIONS

Les principes de la génétique moderne ont été et sont à la base du système administratif des registres de généalogie et des registres de mérite ainsi que de la pratique de l'élevage. Grâce à eux, il est possible de réaliser la concentration du meilleur plasma-germinal et sa transmission aux générations suivantes avec un haut degré de certitude, ainsi que l'élimination des caractères indésirables. De plus, on utilise chaque nouvelle découverte relative à la création d'un milieu optimum permettant la production des caractères recherchés. En opérant la sélection sur des animaux placés dans ces conditions optima, l'éleveur peut obtenir chez ses animaux un niveau de production et de qualité supérieur à ceux qui ont été atteints jusqu'ici.

FIGURE 9 – *Vérat Large White de conformation idéale pour la production de lard.*



## BIBLIOGRAPHIE


[1] BULL, L. *History of the Smithfield Club*, Londres, 1926.

[2] CALDER, A. «The Role of In-breeding in the Development of the Clydesdale Breed of Horses», *Proc. Roy. Soc. Edinb.*, 1927, **47**.

[3] COX, E. W. *The Evolution of the Australian Merino*, Sydney, 1936.

[4] EDWARDS, J.; WALTON, A.; SIEBENGA, F. «On Exchange of Bull Semen between England and Holland», *J. Agr. Sci.*, 1938, **2**.

[5] HAMMOND, J. «Environmental Conditions and Livestock Breeding», *Problems of Animal Husbandry*, Moscou, 1936, (8).

[6] *Idem. Farm Animals: their Breeding, Growth and Inheritance*, Londres, 1940.

[7] *Idem. Growth and the Development of Mutton Qualities in the Sheep*, Édimbourg, 1932.

[8] *Idem.* «Report on Cattle-breeding in Jamaica and Trinidad», *Pub.* 58, *Empire Marketing Board*, Londres, 1932.

[9] *Idem.* «Judging Mutton and Lamb Carcasses for their Market Suitability», *Rept.* 36, *Int. Conf. Nat. Sheep Breeders' Assoc.*, Londres, 1937.

[10] *Idem.* «The Physiology of Milk and Butter-fat Secretion, I — Milk Pressure in the Udder», *Vet. Rec.*, 1936, **16**, (17).

[11] HIRZEL, R. «Factors affecting Quality in Mutton and Beef Carcasses», *Onderstepoort J. Vet. Sci.*, 1939, **12**.

[12] *Journals, British Dairy Farmers' Association*, Londres.

[13] *Journals, Royal Agricultural Society*, Londres.

[14] KELLY, R. B. «Zebu (Brahmin) Cross Cattle and their Possibilities in North Australia», *C.S.I.R. (Aust.) Progress Rept. N°* 4, 1940.

[15] MCMEEKAN, C. P. «Growth and Development in the Bacon Pig, with special reference to Carcass Quality», *J. Agr. Sci.*, 1940, **30**.

[16] PALSSON, H. «Meat Qualities in the Sheep, with special reference to Scottish Breeds and Crosses», *J. Agr. Sci.*, 1939 and 1940, **29** and **30**.

[17] RHOAD, A. D. «The Influence of Environmental Temperature on the Respiratory Rhythm of Dairy Cattle in the Tropics», *J. Agr. Sci.*, 1936, **26**.

[18] SANDERS, H. G. «The Variation in Milk Yields caused by Season of the Year, Service, Age, and Dry Period, and their Elimination», *J. Agr. Sci.*, 1928, **18**.

[19] *Science in War*, Les livres Penguin, Harmondsworth, Middlesex, 1940, 90.

[20] TROWBRIDGE, P. F.; MOULTON, C. R.; et HAIGH, L. D. «Effect of Limited Food Supply on the Growth of Young Beef Animals», *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* N° 28, 1918.

[21] VERGES, J. B. «The Effect of Nutrition on the Carcass Quality of Suffolk Cross Lambs», *Suffolk Sheep Soc. Ybk.*, Ipswich, 1936.

[22] WALLACE, R., et WATSON, J. A. S. *Farm Livestock of Great Britain*, Édimbourg, 1923.

[23] WALTON, A. *The Technique of Artificial Insemination*, Imp. Bur. Animal Genetics, Édimbourg, 1933.

[24] *Idem* and PRAWOCHENSKY, R. «An Experiment in Eutelegenesis», *J. Hered.*, 1936, **27**.

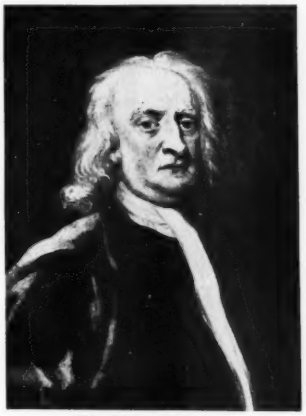
[25] WHETHAM, E. O., et HAMMOND, J. «Factors affecting Milk and Butter-fat Secretion: II — The Colour of Butter-fat», *J. Dairy Sci.*, 1935, **6**.

# Newton et la chimie

DOUGLAS McKIE

L'apport de Newton à la physique et aux mathématiques est si considérable que ses vues sur la chimie s'en trouvent quelque peu éclipsées. De nombreux manuscrits autographes manifestent néanmoins l'intérêt qu'il prenait à cette science. Dr McKie suggère l'idée que Newton tenta d'effectuer dans le microcosme chimique une œuvre analogue à celle qu'il accomplit dans le macrocosme mécanique.

ISAAC NEWTON naquit à la Noël 1642 au manoir de Woolsthorpe-by-Colsterworth, à quelques kilomètres au sud de Grantham, dans le Lincolnshire. Il était le fils posthume d'ISAAC NEWTON et de sa femme HANNAH AYSCOUGH. Il fut élevé à *King's School*, à Grantham, entra en juin 1661 à *Trinity College*, à Cambridge, et reçut ses grades en janvier 1664/5.



*Sir Isaac Newton.*
(*D'après le tableau de Van der Bank, reproduit avec l'autorisation de la* Royal Society.)

Ses études furent alors interrompues par une épidémie de peste, qui fit licencier les étudiants et ramena Newton chez lui, à Woolsthorpe. C'est là, au cours de vacances forcées qui durèrent de l'été 1665 au printemps 1666/7, qu'il inventa le calcul différentiel et découvrit la composition de la lumière et la loi de la gravitation universelle. Une seule de ces découvertes aurait suffi à une gloire impérissable. Mais Newton les fit toutes trois dans ses vingt troisième et vingt quatrième années. À son retour à Cambridge il fut élu *Fellow* (membre) de *Trinity College*, reçut son grade de Maître ès Arts et fut nommé en 1669 à la chaire Lucasienne de mathématiques. Il y succédait à son maître, ISAAC BARROW, qui avait souhaité abandonner cette chaire pour se consacrer à l'étude de la théologie. En 1687 Newton publiait ses *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, œuvre sublime de l'intelligence humaine.

Mais Newton, comme beaucoup d'hommes de moindre envergure, détestait la routine du travail mathématique, et c'est avec soulagement qu'il accueillit sa nomination à la Monnaie Royale, comme Gardien en mars 1695/6, puis comme Maître des Monnaies en 1699, après l'achèvement de la frappe des nouvelles monnaies d'argent. Il fut élu président de la *Royal Society* en 1703 et régulièrement réélu jusqu'à sa mort. Il prenait une part active aux séances de la Société et s'acquittait consciencieusement des devoirs de sa charge de président. Il mourut le 20 mars 1726/7, à l'âge de 84 ans, ayant joui presque jusqu'à ses derniers jours d'une bonne santé et de la plénitude de ses forces. Son corps fut exposé sur un catafalque dans la chambre Jerusalem de l'Abbaye de Westminster du 28 mars au 4 avril, date à laquelle il fut enseveli dans l'Abbaye, près de l'entrée du chœur.

Les amateurs de lectures scientifiques connaissent généralement l'œuvre mécanique de Newton. On connaît moins bien ses études chimiques, que l'on disqualifie souvent en les traitant d' « alchimiques ». Newton était très loin d'être un homme dont l'intérêt se portait exclusivement sur des questions académiques abstraites. Dans son enfance il fabriquait des jouets mécaniques, des horloges, et des cadrans solaires. Il était doué de ce « tour de main » dont on ne saurait exagérer l'importance. Dès l'école il avait pris l'habitude de noter les « recettes » chimiques qu'il lui arrivait de rencontrer. Sa curiosité chimique s'éveilla sans doute au moment où il fut pensionnaire de l'apothicaire CLARK. Il était alors écolier à Grantham.

Cet intérêt précoce se maintint à Cambridge. En 1669, année où il fut nommé professeur, il acheta des produits chimiques, des fioles, des fourneaux et un *Theatrum chemicum*[1]. C'est vers cette époque qu'il entreprit des recherches sur les alliages qui

[1]L'exemplaire de Newton, portant de nombreuses annotations de sa main, était en vente il y a quelques années chez un libraire de Londres.

pouvaient se prêter à la fabrication de miroirs pour la construction du télescope qu'il venait d'inventer. Il installa dans l'une des pièces dont il disposait à *Trinity College*, un laboratoire de chimie, et il consacra beaucoup de temps à l'étude et à l'expérimentation. Lorsque son ami ASTON, sur le point de partir en voyage à l'étranger, le consulta en mai 1669, Newton l'engagea à observer, entre autres choses, les méthodes d'extraction, de traitement et de raffinage des minéraux, de prendre note des transmutations qu'il pourrait rencontrer, d'essayer de savoir s'il était vrai que, « à Schemnitium en Hongrie, . . . on change le fer en cuivre par dissolution dans une eau vitriolée », de rechercher si dans les districts miniers d'Europe Centrale l'eau de certaines rivières contenait de l'or et si on extrayait cet or au moyen de mercure.

*Pierre de* King's School, *à Grantham, sur laquelle Newton grava son nom.*

*(Reproduit avec l'autorisation du Conseil du Grantham Museum.)*

Newton continuait donc à s'intéresser à la chimie à l'époque même où il composait les *Principia*. Accablé sous le fardeau de cette tâche suprême il semble avoir cherché une détente dans les expériences de chimie. HUMPHREY NEWTON, qui était son assistant à cette époque, dit ceci:

> Pendant 6 semaines au printemps et 6 à l'automne le feu ne s'éteignait pratiquement jamais au laboratoire. Celui-ci était bien fourni en matériel chimique, corps, réceptacles, cucurbites, creusets, etc. . . . dont on ne faisait guère usage, sinon des creusets dans lesquels il fondait ses métaux. Parfois, mais très rarement, il regardait dans un vieux livre moisi qui se trouvait dans son élaboratoire. Je crois qu'il était intitulé Agricola de Metallis, car la transmutation des métaux était son dessein principal, auquel effet l'antimoine était un puissant ingrédient.

Le jeune Humphrey n'était pas bien informé. Nul ne consulterait AGRICOLA sur la transmutation. Le digne vieux métallurgiste n'aimait guère les alchimistes, les sourciers et les gens de cette sorte. Et le jeune Humphrey, comme tous ceux qui, après lui, ont murmuré en connaisseurs, que le grand Newton lui-même était alchimiste, aurait pu se souvenir que bien avant le temps de Newton on utilisait l'antimoine dans les alliages d'imprimerie. L'antimoine ne semble pas porter bonheur aux personnages célèbres. Peut être l'associe-t-on encore avec JÉZABEL.

En ce qui concerne la théorie, Newton suivait le chimiste hollandais JOHANN BAPTISTA VAN HELMONT (1577 ou 1580–1644), qui découvrit la nature matérielle des gaz et reprit la théorie, dûe à THALES DE MILET (*c.* 624–565 A.C.) que toutes substances sont issues de l'eau. BOYLE, bien qu'il admirât van Helmont, considérait cette théorie avec scepticisme, comme la plupart des choses. Mais l'explication corpusculaire des phénomènes chimiques que donnait Boyle eut sur Newton une influence profonde. Boyle se servait avec succès non pas certes de notre théorie atomique, mais de la théorie atomique des Grecs. Celle-ci considérait les diverses substances naturelles comme des agrégats, différant par le nombre et l'arrangement, d'«incoupables» ultimes identiques, ou atomes. Avec cette manière de voir, tous les atomes étaient qualitativement identiques, la matière était donc transmutable. Si l'on prend le mot transmutabilité dans ce sens, Newton était alchimiste, comme d'ailleurs le physicien moderne. Mais l'un et l'autre vivent dans un monde différent de celui de la pierre philosophale et de l'élixir de longue vie. Il y a certes de nombreuses preuves du fait que Newton a copié des extraits des alchimistes, mais on a exagéré la signification de ce fait. Boyle, et d'autres, en ont fait autant. D'ailleurs Newton copiait aussi bien des passages d'autres livres. Sa bibliothèque contenait des ouvrages chimiques autres que les livres d'alchimie. Enfin on trouvait dans les livres d'alchimie des informations pratiques précieuses sur les propriétés des métaux.

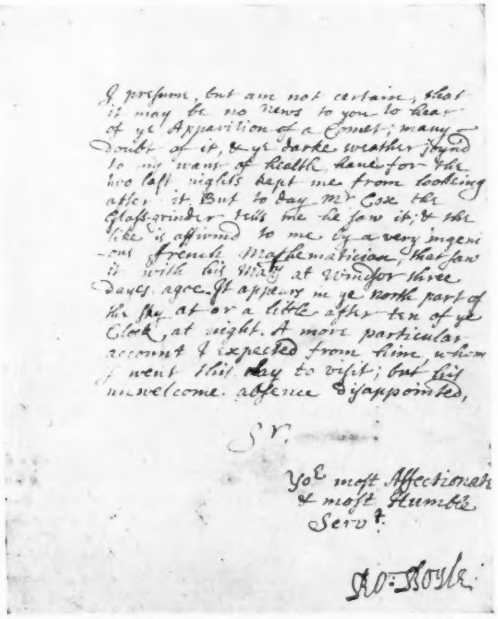
Newton apprit la chimie de van Helmont et de Boyle. Son monde était un monde d'atomes et de vide dans lequel tout provenait de l'eau, un monde de flux et de reflux qui aurait réjoui l'âme d'HÉRACLITE. Considérons un détail intéressant. Les prédecesseurs et les contemporains de Newton avaient discuté l'apparente dissipation de matière de la queue des comètes. Newton pensait que la gravitation attirerait cette

matière vers les planètes où elle remplacerait l'eau perdue par évaporation et par conversion en terre:

> . . . car, comme les mers sont absolument nécessaires à la constitution de notre terre, pour que le soleil, par sa chaleur, puisse exhaler une suffisante quantité de vapeurs qui, étant rassemblées en nuages, puissent tomber en pluie pour arroser la terre et pour produire et nourrir les végétaux; ou condensées de froid sur le haut des montagnes (comme le pensent avec raison certains philosophes) puissent couler en sources et rivières; ainsi les comètes semblent nécessaires pour la conservation des mers et des fluides des planètes, pour que de leurs exhalaisons et de leurs vapeurs puissent se refaire les fluides planétaires dépensés en végétation et en putréfaction et convertis en terre sèche; car tous les végétaux tirent leur croissance entière de fluides, puis sont changés en grande partie en terre sèche par putréfaction; et l'on trouve toujours une sorte de boue déposée au fond des liquides putréfiés; d'où suit que la masse de terre solide s'accroît sans cesse et que les fluides doivent diminuer constamment et finalement faire défaut tout à fait s'ils ne sont pas fournis du dehors. Je soupçonne en outre que c'est surtout des comètes que vient l'esprit, lequel est la plus petite mais à vrai dire la plus subtile et la plus utile part de notre air et si nécessaire pour soutenir la vie de toutes choses et la nôtre. (*Principia*, III, XLI, xxi.)

La dernière phrase relie les vues de Newton à celles de BOYLE, de HOOKE et de MAYOW sur l'existence dans l'atmosphère d'un constituant vital, que PRIESTLEY devait isoler longtemps après, et que LAVOISIER devait nommer oxygène.

En 1692 Newton prépara un mémoire intitulé *De natura acidorum* qui paraît être un travail inachevé traitant de l'affinité chimique. Il fut publié en 1710. Mais c'est dans les questions annexées à son *Opticks* que Newton a approché le problème de plus près, et nous allons maintenant passer à l'examen de ces textes célèbres.



I presume, but am not certaine, that it may be no News to you to hear of ye Apparition of a Comet; many doubt of it, & ye darke weather seemed to me wants of Health hath for ye two last nights kept me from looking after it. But to day Mr Cox the Glass-grinder tells me he saw it, & the like is affirmed to me by a very ingenious French Mathematician, that saw it with his Mary at Windsor three dayes agoe. It appears in ye North part of the sky, at or a little after ten of ye Clock, at night. A more particular account I expected from Hime, whom I went this day to visit; but his unwelcome absence disappointed,

Sr,

Yor most Affectionate & most Humble Servt.

Ro: Boyle.

*Passage d'une lettre de Boyle à Newton, relative à l'* «Apparition d'une Comète». *Ce sujet présentait pour tous deux un intérêt chimique, car ils pensaient que le « rôle » des comètes était de compenser l'eau perdue par notre planète par évaporation ou par sa transformation en terre.*

(*Reproduit avec l'autorisation du Air-Commodore Geoffrey Keynes, d'après un manuscrit en sa possession.*)

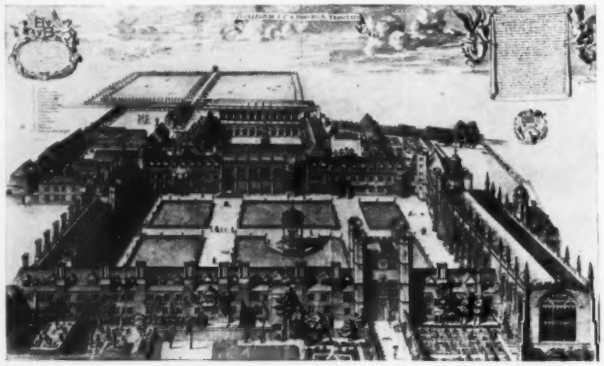
Selon Newton la lumière était matérielle, et il lui semblait que les corps pouvaient se transformer en lumière et la lumière en corps. Cela lui paraissait même « très conforme au Cours de la Nature, qui semble se complaire aux Transmutations». Cette dernière affirmation a bien souvent été séparée de son contexte et utilisée comme preuve des tendances alchimistes de Newton! Il rappelait en cet endroit à ses lecteurs que l'eau se changeait en terre par distillations successives, « fait » scientifique qui resta sans réfutation jusqu'aux travaux bien postérieurs de Lavoisier. Une sorte d'air, disait Newton, peut être obtenue lorsqu'on chauffe de l'eau, et diverses sortes d'air lorsque les corps denses (c'est-à-dire les solides) sont raréfiés par « fermentation», processus qui peut être inversé de telle sorte que l'air ainsi produit revienne, par une autre fermentation, à son état primitif. « Et pourquoi», demandait-il, « parmi des Transmutations si variées et si étranges la Nature ne pourrait-elle pas changer les Corps en Lumière et la Lumière en Corps?»

Mais ce sont les spéculations de Newton sur les forces qui interviennent dans les réactions chimiques qui offriront toujours le plus d'intérêt pour les chimistes. Il écrit:

> Les petites Particules ou Corps n'ont-ils pas certains Pouvoirs, Vertus ou Forces par lesquels ils agissent à distance non seulement sur les Rayons de Lumière pour les réfléchir, les réfracter et les infléchir, mais aussi les uns sur les autres pour produire une grande Partie des Phénomènes de la Nature? Car il est bien connu que les Corps agissent les uns sur les autres par les Attractions de la Gravité, du Magnétisme et de l'Électricité. (*Opticks*, 4ème édition, pp. 350-351.)

Newton attribuait la déliquescence du «sel de tartre» (carbonate de potassium) à une attraction entre ses particules et celles de la vapeur d'eau contenue

dans l'air, alors que les sels non déliquescents étaient dépourvus de cette attraction. La limite quantitative à la quantité d'eau absorbée montrait que la force attractive du sel était arrivée « à satiété ». Le dégagement de chaleur au mélange de l'eau et de l'huile de vitriol donnait à penser qu'il y avait grand mouvement et violente coalescence entre les particules de ces liqueurs.



Trinity College, *Cambridge*, *vers* 1690.

(*D'après* Cantabrigia Illustrata *de David Loggan, reproduit avec la permission des administrateurs du British Museum.*)

Dans les précipitations des solutions acides de métaux au moyen des alcalis il semblait que les particules acides étaient attirées plus fortement par l'alcali que par le métal, de sorte qu'elles passaient du métal à l'alcali. Une explication analogue se présente à l'esprit pour le déplacement du cuivre de ses solutions acides par le fer. Ce dernier exemple et son explication nous font souvenir que Newton l'avait mentionné à Aston en 1669 comme digne d'intérêt. Il devient, là aussi, difficile de se servir de cet exemple comme preuve des tendances alchimiques de Newton.

Il est clair que le problème des forces et des attractions chimiques intéressait vivement Newton. Il considérait que les particules d'un sel dissous diffusaient uniformément dans le solvant comme si une force répulsive les écartait les unes des autres, ou tout au moins comme si elles attiraient l'eau plus fortement qu'elles ne s'attiraient l'une l'autre. Et pourtant il suffisait d'évaporer la solution pour que ces mêmes particules se reforment en figures régulières, ce qui semblait indiquer qu'elles étaient disposées dans le solvant, avant cette prise en masse, « en rangs et en files réguliers » sous l'action « d'une Puissance qui est égale à égale distance et inégale à distances inégales». Il poursuivait cet argument jusqu'à sa conclusion logique, la polarité des particules:

> Car par une telle Puissance elles se rangeront de façon uniforme, et sans elle elles flotteront irrégulièrement et se rassembleront aussi irrégulièrement. Et comme les Particules du Cristal-d'Islande agissent toutes de même façon sur les Rayons de Lumière pour causer la Réfraction anomale, ne peut-on supposer que dans la Formation du Cristal les Particules non seulement se disposent en rangs et en files pour former des Figures régulières, mais aussi, par quelque Vertu polaire, tournent leurs Côtés homogènes dans le même sens? (*Ibid.*, p. 363.)

Comme tous les corps semblaient formés de particules dures et impénétrables il fallait bien supposer quelque force attractive pour expliquer la cohésion. L'agglomération des particules produisait des particules plus grandes, douées d'un moindre pouvoir d'attraction, et ainsi de suite, jusqu'à ce que fussent atteintes les dimensions auxquelles se produisaient les changements chimiques, puis, par de nouvelles cohésions, des corps de dimensions perceptibles. Il y avait de plus une force répulsive, comme nous l'avons déjà noté. Ainsi, disait Newton:

> La Nature sera très conforme à elle-même et très simple, exécutant tous les grands Mouvements des Corps célestes par l'Attraction de la Gravité qui relie ces Corps, et presque tous les petits Mouvements de leurs Particules par quelques autres Puissances attractives et répulsives qui relient les Particules. (*Ibid.*, p. 372.)

Mais Newton qui avait atteint le triomphe unique de formuler la loi mathématique de l'attraction gravitationnelle, fut impuissant à arracher à la Nature les lois de l'attraction chimique et d'obtenir dans ce cas une relation numérique simple. Le problème est d'ailleurs bien plus difficile, car l'attraction varie avec la nature chimique de chaque réactif et non plus seulement avec sa masse. Même aujourd'hui il serait bien hardi de prétendre que les progrès accomplis dans cette voie ont rien révélé qui soit particulièrement satisfaisant. Peut-être était-ce pourtant là le grand objet des recherches et des spéculations chimiques de Newton. Peut-être cherchait-il à transposer dans le microcosme chimique les découvertes qu'il avait faites dans le macrocosme mécanique.

# Historique du laboratoire de chimie

J. R. PARTINGTON

Partant des nébuleux débuts de l'ancienne alchimie, la chimie est parvenue lentement à prendre une forme cohérente et s'est enfin développée en la science adulte des XIX$^{ème}$ et XX$^{ème}$ siècles. L'évolution des idées et des théories a été accompagnée et en partie conditionnée par une évolution dans l'aménagement et l'équipement des laboratoires. Le professeur Partington nous sert de guide pour une promenade dans les laboratoires chimiques à travers les âges.

Les dimensions et l'installation d'un laboratoire dépendent des appareils qu'il contient et de la nature du travail qu'on y fait. Pendant longtemps les opérations chimiques consistèrent en deux types principaux: le type métallurgique et le type pharmaceutique, et la chimie ne fut reconnue comme science distincte que bien plus tard, en grande partie à la suite du développement de l'analyse chimique au début du XVII$^{ème}$ siècle.

Nous pouvons d'abord remarquer que l'origine de bien des appareils chimiques remonte aux premiers siècles après J.C. Dans les ouvrages grecs traitant de l'«Art Divin», composés alors à Alexandrie (où étaient réunis d'habiles souffleurs de verre), on trouve décrits et dépeints des appareils pour la calcination, la dissolution, la sublimation et la distillation. La fiole à distiller (*lopas*) est surmontée d'un vase à tubulure (*ambix*) formant ce qui fut appelé par la suite un *alambic*. Le *kerotakis* était un petit fourneau à charbon de bois chauffant une plaque métallique et servant aux sublimations. Beaucoup de ces appareils, nous a-t-on dit, furent créés par MARIA, et des fragments de ses écrits furent conservés, au III$^{ème}$ siècle, grâce à ZOSIMOS DE PANOPOLIS.

Les chimistes musulmans, comme JABIR (VIII$^{ème}$ siècle) et RAZI (IX$^{ème}$ et X$^{ème}$ siècles), se servirent à peu près des mêmes appareils. Ils disposaient aussi de l'*athanor*, four à tour brûlant pendant longtemps sans surveillance et donnant une température uniforme.

L'alchimie gagna l'Europe vers l'an 1200 et dans les siècles qui suivirent, l'alchimiste devint un sujet familier en littérature et en art; le laboratoire d'alchimie, avec son aspect à la fois imposant et lugubre, a fourni le sujet de maints tableaux de l'école hollandaise. Dans ces tableaux, les appareils sont fidèlement représentés, mais souvent regroupés pour produire un effet artistique. Le tableau de VAN OSTADE montre la cheminée et les soufflets, au premier plan l'alambic posé dans un grand pot, les creusets, les plaques de frottement, le mortier et le pilon et des vases.

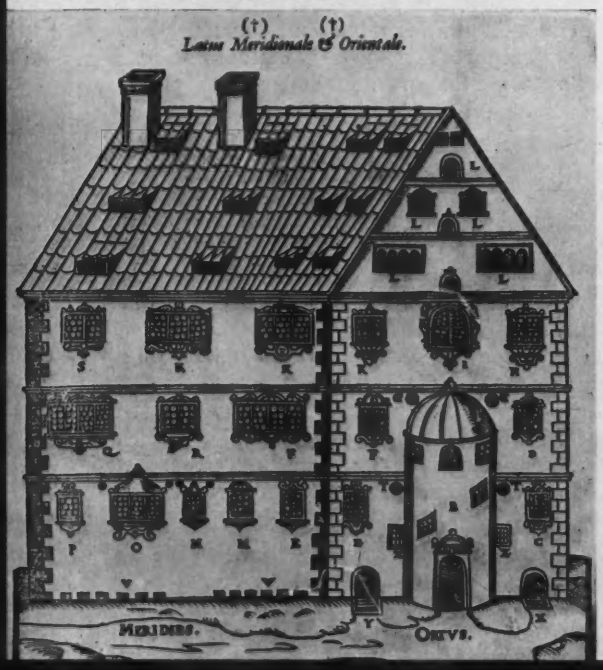
Dans des intérieurs de ce genre, l'alchimiste poursuit sa recherche aux résultats fuyants. ANDREAS LIBAVIUS (1540–1616), auteur du premier traité de chimie, donne en 1606 des dessins et des plans d'une «Maison chimique» ou laboratoire complet, lieu idéal, dont l'intérieur hospitalier devait comprendre un laboratoire principal, un magasin, une pièce pour cristalliser et geler, une pièce pour les bains de sable et les bains-marie, une réserve de charbon et une cave à vin!

Mais un endroit aussi magnifique ne devait prendre forme qu'après de bien longues années, et le laboratoire consistait alors généralement en une ou deux grandes salles pavées de pierre, ce qui permettait d'utiliser plusieurs fours disposés le long des murs et actionnés par des entrées d'air ou soufflets; c'est ce que nous verrons jusque vers le milieu du XIX$^{ème}$ siècle. L'alambic dans sa forme évoluée est surmonté d'un condenseur spiral jouant le rôle d'une grossière colonne à rectifier. BARCHUSEN (1718) montre un laboratoire de ce genre à l'Université d'Utrecht. La balance est en service dans la même pièce et on voit ici une balance à main sans abri, bien que la balance en cage vitrée se trouve reproduite dans des tableaux bien plus anciens.

Le laboratoire de LEWIS (1763) est bien plus commode et plus plaisant d'aspect. Différentes sortes de fours y sont dépeints, dont un est surmonté d'un bain de sable et d'un alambic. On y dispose d'un établi de souffleur de verre avec soufflerie, et dans une large baie vitrée se trouvent

FIGURE 1 - *L'alchimiste.*
Par Van Ostade. (National Gallery.)

FIGURE 2 - *La maison chimique.*
D'après Libavius, *Commentariorum Alchymiae*, 1606.




un baromètre et deux balances en cage vitrée. Une machine électrique par frottement, très primitive, est posée sur une étagère. C'est bien là la salle de travail d'un chimiste professionnel.

Le laboratoire de JOSEPH PRIESTLEY (1733–1804) nous offre l'exemple d'une pièce adaptée aux expériences sur les gaz. La cheminée et la bougie remplacent les fours, l'appareil pneumatique à mercure est suspendu à deux grands clous scellés dans la cheminée, et sur l'élégante table ronde est posé un appareil du genre de celui avec lequel CAVENDISH va plus tard réaliser la synthèse de l'acide nitrique à partir de l'air et obtenir la première bulle d'argon.

LAVOISIER (1743–94) se servit d'appareils compliqués et coûteux: dans un dessin de MME LAVOISIER, que l'on voit assise à droite, est représentée une expérience sur la respiration faite

FACIES INTERIOR OFFICINAE CHEMICAE ULTRAIECTINAE.

FIGURE 3 - *Laboratoire chimique, Université d'Utrecht.* D'après Barchusen, *Elementa Chemiae*, 1718.

FIGURE 4 - *Grand laboratoire chimique.* D'après W. Lewis, *Commercium Philosophico-Technicum*, 1763.

peu de temps avant la mort du savant. On peut observer deux grandes cuves dont l'une est remplie de mercure. Les fours et appareils auxiliaires n'y sont pas, mais Lavoisier fit une grande partie de ses travaux sans s'en servir. La lampe à huile d'Argand commençait alors à être utilisée, et on pouvait se servir d'appareils bien plus petits.

Sur le tableau qui représente le laboratoire de la *Royal Institution* aux environs de 1840 on voit un grand four fixe surmonté d'un bain de sable, des fours portatifs sur des étagères, les soufflets, et (sur la gauche) un alambic. Sur la droite se trouve une machine électrique cylindrique à friction. Il n'y a plus de raison pour que le sol soit pavé de pierres ou de briques, il peut maintenant être de bois.

Un chimiste moderne se sentirait plus à l'aise au laboratoire d'enseignement de LIEBIG à Giessen (1842) que dans l'un quelconque des précédents. Le chauffage se fait encore au charbon de bois; on soufflait le feu, ce qui répandait une poussière fine qui couvrait tout dans le laboratoire. La lampe à esprit de vin d'Argand, utilisée pour les petites opérations, est représentée sur le banc à gauche.

À ce moment, beaucoup de laboratoires utilisaient déjà le gaz de houille. En 1853, le bec Bunsen fit son apparition. Avec son proche parent le réchaud, il tient toujours sa place dans le laboratoire moderne. Les appareils de verre sont toujours bien semblables à ceux des époques les plus reculées et on peut retrouver une continuité ininterrompue de modifications dans la suite des laboratoires représentés ici.

FIGURE 5 - *Le laboratoire de Priestley.* D'après *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, 1774.

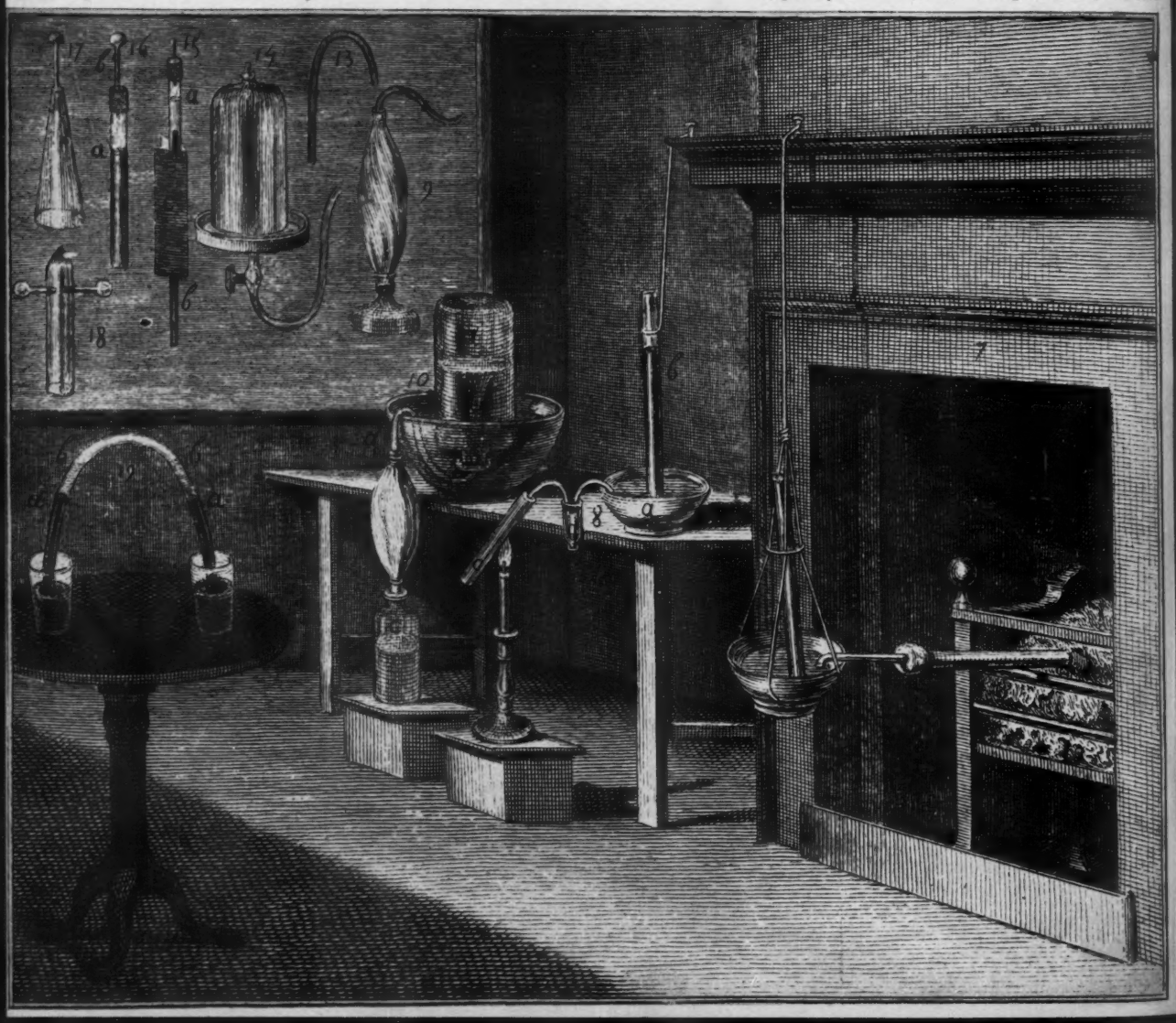


FIGURE 6 - *Le laboratoire de Lavoisier.*

D'après Grimaux, *Lavoisier*, 1888.

FIGURE 7 - *Laboratoire de la Royal Institution.*

D'après Bence-Jones, *Life and Letters of Faraday*, 1870.

FIGURE 8 - *Laboratoire de Liebig à Giessen.* D'après un dessin de Trautschold, 1842.

FIGURE 9 - *Un laboratoire typique moderne de recherche.*

# La plaque photographique en physique nucléaire

C. F. POWELL

La structure et le comportement des noyaux atomiques offrent constamment de nouveaux problèmes qui mettent à l'épreuve le génie des physiciens. Beaucoup de ces problèmes exigent la réunion et l'enregistrement d'un grand nombre de données numériques, ce qui risque d'être à la fois laborieux et long. Le Dr Powell décrit, pour la détection des particules chargées, la détermination de leur énergie, le tracé de leur distribution après diffusion, des méthodes bien plus rapides et simples que celles précédemment employées.

## (1) DÉTECTION DE PARTICULES CHARGÉES PAR LA PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE

On sait depuis bien des années que si des particules α frappent une émulsion photographique à grain fin convenable, les trajectoires des particules sont représentées après développement par des alignements de grains développés. La figure 1 montre à titre d'exemple une microphotographie des traces produites par les particules α de l'uranium. Les trajectoires comme celles de la figure 1 sont moins précises que celles obtenues dans les photographies prises avec la chambre de WILSON. Et pendant bien des années on admit que l'incertitude sur la longueur des trajectoires, c'est-à-dire sur le parcours des particules, était assez grande pour restreindre sérieusement le domaine d'emploi de la méthode. Quelques auteurs, surtout BLAU et WILKINS, obtinrent des résultats importants en appliquant la méthode photographique à la détection des particules lourdes (protons, etc.) présentes dans le rayonnement cosmique. Mais dans les travaux modernes il ne suffit pas d'enregistrer la présence d'une particule, il faut encore pouvoir connaître son énergie. Pour cela le plus simple est de déterminer son parcours dans un milieu convenable. Une relation bien connue entre le parcours et l'énergie des particules permet alors de remonter à l'énergie initiale.

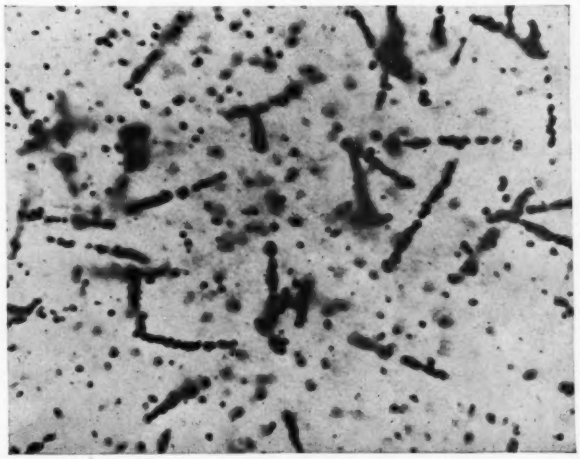


FIGURE 1 – *Particules α de l'uranium. Il existe deux groupes dont les parcours moyens sont 2,65 et 3,2 cm. d'air. Microphotographie prise avec un objectif apochromatique à immersion dans l'huile de 3 mm. de foyer, × 50, et un oculaire × 12. La faible profondeur de champ empêche que plus de quelques grains d'une trajectoire non parallèle au plan focal de l'objectif soient au point en même temps. On peut ainsi déterminer sous quel angle une trajectoire « plonge » dans l'émulsion.*

La méthode photographique, si l'on pouvait la rendre précise, offrirait de tels avantages qu'il parut intéressant d'en reprendre l'étude en se servant des meilleures plaques disponibles et d'une bonne technique microscopique moderne. Les premiers travaux avaient été effectués avec des sources radioactives faibles. Le nombre de trajectoires dans chaque unité de surface de l'émulsion était alors petit et l'exploration microscopique des plaques constituait une opération pénible. Le développement des sources artificielles donnant avec une bien plus grande intensité des particules bombardantes, permit de reprendre l'étude dans des conditions plus favorables. On exposa donc des émulsions aux protons de désintégration émis par le bore bombardé par des deutérons de 600 kV fournis par le générateur à haute tension installé à Bristol. La figure 2 montre la courbe de distribution de la longueur des trajectoires. La mesure des parcours des particules α de l'uranium et du

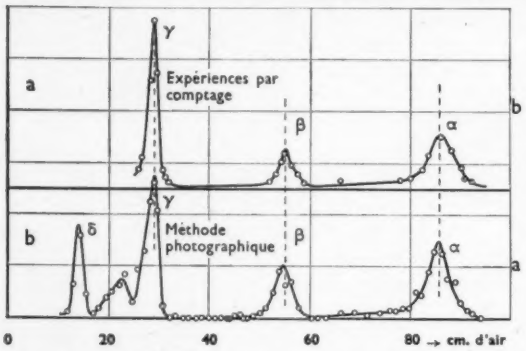



FIGURE 2 – *Distribution des parcours des protons de désintégration du bore par des deutérons de* 600 *kV. Courbe* **a** *par des méthodes de comptage, courbe* **b** *par la méthode photographique. Le groupe de protons de plus grand parcours correspond à la réaction* $B^{10}_{5} + H^{2}_{1} \rightarrow B^{11}_{5} + H^{1}_{1}$, $B^{11}_{5}$ *étant laissé dans l'état fondamental. Les deux groupes de moindre énergie correspondent aux deux premiers états excités du même noyau.*

thorium se trouve en bon accord avec les déterminations effectuées par comptage. En particulier on put séparer de façon satisfaisante les deux groupes de particules α de l'uranium dont les parcours respectifs dans l'air sont 2,65 et 3,2 cm. La validité de la méthode ainsi démontrée, on l'appliqua à un certain nombre d'études auxquelles elle paraîssait particulièrement bien adaptée, et tout d'abord à la détermination de l'énergie des neutrons rapides.

### (2) DÉTERMINATION DE L'ÉNERGIE DES NEUTRONS RAPIDES

Comme les neutrons ne sont pas chargés, ils traversent la matière sans l'ioniser et sont ainsi moins faciles à déceler que les particules chargées. Pour déterminer l'énergie des neutrons rapides la méthode la plus précise consistait à leur faire traverser une chambre à détente remplie d'hydrogène. Une petite fraction des neutrons entre en collision avec les noyaux d'hydrogène. Si le noyau d'hydrogène, c'est-à-dire le proton, est projeté dans une direction qui fait un angle de moins de 5° avec la direction du neutron incident, il emporte plus de 99 pour cent de l'énergie de ce dernier. Les trajectoires des protons ainsi formés dans le gaz sont rendues visibles par la détente et on les photographie comme d'ordinaire. L'impact est tout-à-fait analogue au choc de sphères élastiques identiques, car le neutron et le proton ont des masses presque égales. En mesurant le parcours des protons projetés on peut déterminer la distribution de l'énergie des neutrons incidents.

Cette méthode présente l'inconvénient d'être très laborieuse, car des milliers de photographies sont nécessaires pour peu que la répartition énergétique des neutrons offre quelque complexité.

Par contre, la méthode de la plaque photographique possède l'avantage d'être constamment sensible, alors qu'avec la chambre à détente, on ne peut prendre de cliché que toutes les minutes ou toutes les deux minutes. Dans la plaque photographique l'hydrogène est présent dans la gélatine de l'émulsion, et les neutrons qui la traversent expulsent et projettent des protons tout comme dans la chambre à détente remplie d'hydrogène. Le développement rend visible les trajectoires des protons, et, en mesurant le parcours dans la gélatine des protons dont la trajectoire fait un angle de moins de 5° avec la direction du faisceau de neutrons, on peut déterminer la répartition de l'énergie des neutrons incidents exactement comme avec la chambre à détente. Mais on peut obtenir en quelques minutes avec la plaque photographique le matériel expérimental que la chambre à détente ne fournirait qu'en plusieurs mois. Cette économie de temps est particulièrement appréciable dans les expériences où l'on se sert du cyclotron, qui se trouve ainsi immobilisé bien moins longtemps.

La figure 3 donne la répartition de l'énergie des neutrons émis par le bore bombardé par des deutérons de 600 kV telle qu'on l'obtient par la méthode de la plaque photographique. Les résultats de BONNER et BRUBAKER, qui opéraient

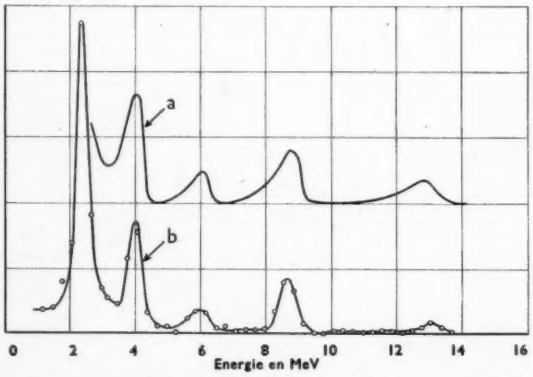



FIGURE 3 – *Distribution énergétique des protons projetés par des neutrons lors du bombardement du bore par des deutérons de* 600 *kV. Courbe* **a** *par la méthode de la chambre à détente, courbe* **b** *par la méthode photographique. Les neutrons proviennent de la réaction* $B^{11}_{5} + H^{2}_{1} \rightarrow C^{12}_{6} + n^{1}_{0}$ *et l'on obtient l'énergie des deux premiers états excités du noyau* $C^{12}_{6}$.

avec une chambre à détente, sont donnés à titre de comparaison. Les mesures effectuées par la méthode de l'émulsion photographique comportaient l'exploration microscopique de 3 cm.$^2$ d'une plaque Ilford dont l'émulsion avait une épaisseur de 50 μ. On voit que dans ce cas encore la résolution donnée par la méthode photographique ne le cède en rien à celle de la meilleure des méthodes de comptage. La méthode a été appliquée à l'étude des neutrons issus du bombardement par des deutérons de 600 kV de divers éléments légers, le deutérium, le glucinium, le lithium, le fluor, et du bombardement des mêmes éléments par les deutérons de 7,4 MeV[1] fournis par le cyclotron de Liverpool.

### (3) ÉTATS EXCITÉS DES NOYAUX

Des expériences comme celles que nous venons de décrire fournissent d'importants renseignements sur les noyaux atomiques qui prennent part aux réactions examinées. Ainsi la réaction donnant des protons lorsque le bore est bombardé par des deutérons (*voir figure* 2) s'écrit:

$$B^{10}_{5} + H^{2}_{1} \rightarrow B^{11}_{5} + H^{1}_{1}$$

*Isotope du bore de nombre de masse* 10 + *Deutéron* → *Isotope du bore de nombre de masse* 11 + *Proton*

Les masses des divers noyaux qui participent à cette réaction ont été déterminées grâce au spectrographe de masse. En les substituant dans l'équation de réaction on constate que la masse totale entrant dans le membre de gauche de l'équation dépasse la masse totale entrant dans le membre de droite. D'après le principe bien connu de l'équivalence de la masse et de l'énergie, la disparition d'une quantité de matière de masse $\triangle m$ doit être compensée par l'apparition d'une quantité d'énergie $\triangle E$ donnée en ergs par l'équation $\triangle E = c^2 \triangle m$, où $c$ désigne la vitesse de la lumière, en centimètres par seconde. Cette énergie cinétique se retrouve dans le mouvement des noyaux produits par la réaction. Il est possible, en tenant compte de l'énergie des deutérons incidents, de calculer l'énergie — c'est-à-dire le parcours — des protons de désintégration. Le résultat ainsi trouvé est en accord avec le parcours des protons les plus pénétrants de la figure 2. Les expériences de désintégration recoupent ainsi les masses déterminées par la spectrographie de masse. Inversement, si la masse de l'un des noyaux est inconnue on peut la déduire de l'énergie libérée par la réaction nucléaire, à l'aide d'expériences comme celles que nous venons de décrire.

Pour rendre compte des groupes de protons visibles dans la figure 2 et dont l'énergie est inférieure à l'énergie maxima, nous pouvons supposer que l'énergie de l'ensemble de protons et de neutrons qui constitue un noyau atomique ne peut prendre que certaines valeurs discrètes, tout comme l'énergie de la structure électronique de l'atome. L'état d'énergie minima est nommé l'état fondamental. Les autres états sont dits excités. Les groupes de protons d'énergie inférieure à l'énergie maxima de la figure 2 correspondent à des noyaux $B^{11}_{5}$ laissés par la réaction dans l'un ou l'autre de divers états excités. Moins d'énergie est alors disponible sous forme d'énergie cinétique des noyaux résultants. Des valeurs de l'énergie des divers groupes de protons on peut déduire les diverses énergies des états excités de $B^{11}_{5}$.

De façon analogue la réaction qui donne naissance aux divers groupes de neutrons indiqués par la figure 3 peut se formuler

$$B^{11}_{5} + H^{2}_{1} \rightarrow C^{12}_{6} + n^{1}_{0}$$

*Bore* 11 + *Deutéron* → *Carbone* 12 + *Neutron*

et l'énergie des divers groupes de neutrons nous permet de calculer l'énergie des divers états excités de $C^{12}_{6}$.

Ces expériences nous conduisent donc à la conception des états excités des noyaux atomiques, et l'on possède des donnés nombreuses sur les énergies d'excitation de divers noyaux. On peut grouper les études de ce genre sous la désignation de recherches d'énergétique nucléaire. Elles revêtent une importance considérable. Mais pour pouvoir développer la théorie du noyau atomique il faut leur adjoindre des recherches d'un type différent.

### (4) EXPÉRIENCES SUR LA DIFFUSION DES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES

Nous considérons les noyaux comme constitués de protons et de neutrons. Assez loin d'un noyau atomique règne un champ de force qui varie comme l'inverse du carré de la distance, et qui correspond à la charge positive portée par le noyau. Mais le noyau étant un assemblage stable, des forces spécifiquement nucléaires, d'un type tout différent, doivent nécessairement entrer en jeu aux faibles distances. Aussi est-il très important de déterminer le caractère des forces qui

[1]Il est commode de mesurer l'énergie des particules nucléaires non pas en ergs, mais par le rapport entre leur énergie et celle qu'acquiert un électron soumis à une différence de potentiel de 1 volt. Cette unité est l'electron volt, en abrégé eV. 1 MeV vaut $10^6$ eV.

s'exercent entre particules élémentaires — entre deux protons, entre un proton et un neutron — lorsque ces particules sont très proches l'une de l'autre. La méthode qui consiste à étudier la diffusion mutuelle des particules est ici la plus précieuse, et l'on s'est servi de la plaque photographique pour étudier la diffusion des neutrons rapides par les protons. Pour ce faire il faut déterminer la distribution angulaire des protons projetés par un groupe homogène de neutrons de grande énergie. Nous avons vu que l'on obtient des groupes homogènes de ce genre en bombardant le bore par des deutérons. On a pu établir que la méthode de l'émulsion photographique permet de déterminer l'orientation dans l'espace de la trajectoire d'un proton avec une précision

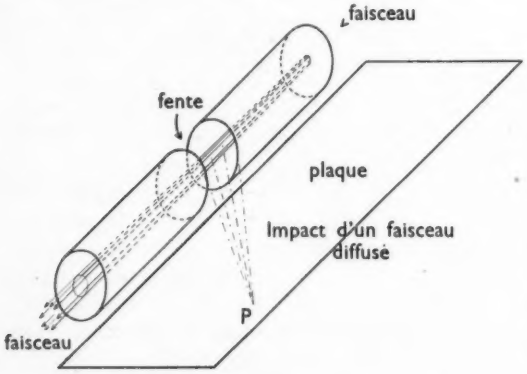



FIGURE 4 – *Schéma de la méthode d'étude de la diffusion des protons et des deutérons de grande énergie provenant du cyclotron. La largeur de la fente est très exagérée.*

de l'ordre de 1°, et d'étudier ainsi l'intensité des protons projetés en fonction de l'angle de diffusion.

Pour analyser les résultats des expériences de diffusion il est commode de rapporter les intensités observées à un système de coordonnées dans lequel le centre de gravité des particules qui entrent en collision soit au repos. Ceci fait on constate que, dans le cas des neutrons diffusés par des protons, la diffusion est isotrope autour du centre de gravité, c'est-à-dire que la probabilité pour qu'un neutron soit diffusé dans un petit angle solide $\delta_\omega$ est la même dans toutes les directions, quel que soit l'angle de diffusion. Ce résultat est semblable à celui que l'on obtient dans la diffusion de la lumière par de petites particules de diamètre inférieur à la longueur d'onde de la lumière. Nous trouvons ici un cas de la dualité (ondes et particules) de la matière avec laquelle nous nous sommes familiarisés depuis quelques années, grâce aux phénomènes d'interférences présentés par les faisceaux d'électrons et grâce au développement du microscope électronique. Pour décrire le comportement d'un électron ou d'un atome nous devons lui attribuer certains caractères ondulatoires, la longueur d'onde étant donnée par la relation $\lambda = h/mv$, où $m$ est la masse de la particule, $v$ sa vitesse et $h$ la constante de PLANCK. On peut alors rendre compte de la diffusion isotrope des neutrons par les protons à condition que le domaine d'action des forces qui s'exercent entre neutrons et protons soit petit comparé à la valeur de $\lambda$ pour les particules intéressées. On a observé une isotropie analogue dans la diffusion par les protons de protons de 8 MeV.

### (5) DIFFUSION DES PROTONS ET DES DEUTÉRONS ACCÉLÉRÉS DANS LE CYCLOTRON

Nous venons de voir que les sources de neutrons dont nous disposons pour le moment ne nous permettent pas d'obtenir d'indications détaillées sur les forces qui s'exercent entre neutrons et protons. Il nous faut des particules primaires d'énergie plus grande, donc de longueur d'onde plus courte, et il devrait être possible d'utiliser les protons de grande énergie que nous pouvons maintenant obtenir pour effectuer des expériences sur la diffusion des protons par d'autres protons. Nous pouvons aussi utiliser des particules incidentes de même longueur d'onde et les diffuser sur des noyaux plus lourds, dont le champ est plus étendu.

Les expériences effectuées avec les particules chargées de grande énergie fournies par le cyclotron sont particulièrement importantes pour de pareilles recherches. À l'aide de diaphragmes on crée un faisceau de faible ouverture angulaire de particules chargées issues d'un cyclotron. Ce faisceau est diffusé par une mince feuille solide, ou par les atomes d'un gaz, et l'on mesure l'intensité du faisceau diffusé en fonction de l'angle. Il est difficile d'utiliser en pareil cas la chambre à détente, et les méthodes de comptage présentent l'inconvénient qu'il faut mesurer successivement l'intensité suivant les divers angles. Dans le cas des deutérons en particulier, où les particules diffusées élastiquement sont en général accompagnées par diverses particules provenant de désintégration variées et distribuées suivant des lois compliquées, une étude complète par les méthodes de comptage immobiliserait le cyclotron pendant un temps très long. La méthode photographique permet au contraire de déterminer la

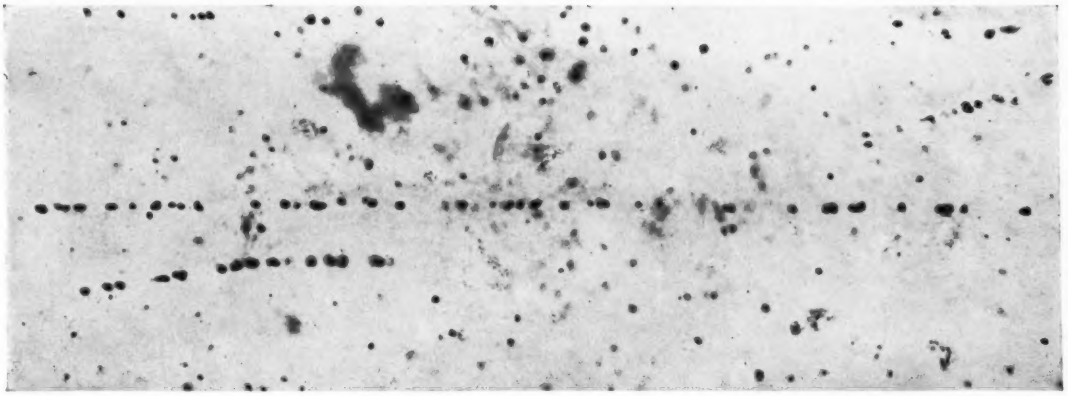


FIGURE 5 – *Protons de 4,0 MeV diffusés à 30° par le néon. La microphotographie est prise dans les mêmes conditions que celles de la figure 1. La longue trajectoire appartient à un proton diffusé élastiquement. La courte trajectoire est celle d'un proton qui a subi une diffusion inélastique, le noyau* $Ne^{20}_{10}$ *étant laissé dans son premier état excité à 1,5 MeV. Les trajectoires entrent dans la plaque sous l'incidence rasante d'environ 3°, et, en prenant la photographie, on a incliné la plaque sur la platine de façon que la longue trajectoire soit au point de bout en bout. On notera combien la densité des grains est plus faible le long d'une trajectoire de proton que le long d'une trajectoire de particule α. La plus longue trajectoire de proton connue est celle d'un proton du rayonnement cosmique ayant un parcours de 14 m. d'air, 100 fois plus environ que le proton de grand parcours de cette figure. La densité des grains le long de la trajectoire de ce proton rapide n'est pas très différente de la densité que l'on voit ici.*

diffusion aux divers angles en une seule exposition d'une durée de quelques minutes. On obtient ainsi un riche matériel expérimental, fixé dans l'émulsion de façon permanente. Généralement la majeure partie de ce matériel n'est pas employée, mais une portion quelconque de la distribution de la diffusion peut être étudiée en détail si l'examen préliminaire fait apparaître l'intérêt d'une étude ultérieure.

Dans ces expériences on peut se servir de la plaque photographique de deux façons différentes. Une méthode due à Wilkins consiste à diffuser le faisceau par des feuilles minces et à recevoir les particules diffusées dans un grand nombre de plaques placées à des distances égales autour du diffuseur. Ces plaques sont disposées de telle sorte que les particules diffusées les frappent sous incidence rasante. La seconde méthode, étudiée par A. N. MAY et l'auteur, en collaboration avec le PROFESSEUR CHADWICK, consiste à diriger le faisceau primaire suivant l'axe d'un tube interrompu. La «chambre» tout entière est remplie du gaz diffusant et les particules diffusées passent à travers la fente et frappent la plaque photographique unique sous incidence rasante. La plaque est plate. Sa surface est parallèle à l'axe du faisceau primaire au-dessous duquel elle se trouve placée. On trouve dans une seule plaque des indications sur la diffusion dans tout le domaine angulaire compris entre 10° et 70°. La figure 4 donne les détails essentiels de l'appareil.

On a étudié ainsi la diffusion des protons par les éléments légers. Wilkins a étudié la diffusion de protons de 6,0 MeV par des feuilles de magnésium et d'aluminium. À tous les angles il trouva deux groupes de protons dans le faisceau diffusé. Un groupe correspondait à la diffusion

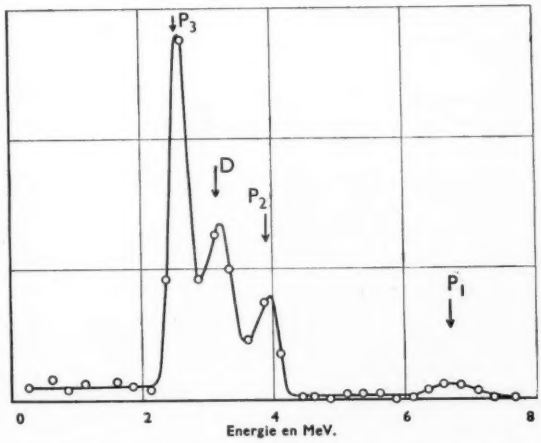
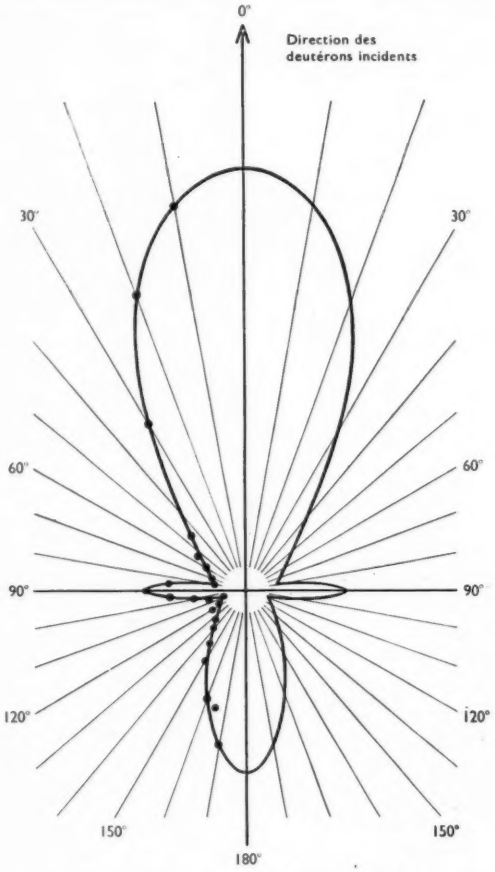



FIGURE 6 – *Répartition énergétique des particules issues à 90° d'une cible de carbone bombardée par des deutérons de 7,0 MeV. Les groupes marqués* $P_1$, $P_2$, *etc., sont des protons provenant de la réaction* $C^{12}_{6} + H^{2}_{1} \rightarrow C^{13}_{6} + H^{1}_{1}$. *La pointe marquée* D *est dûe aux deutérons diffusés dans des collisions élastiques. La distribution énergétique est calculée à partir de la distribution des parcours en supposant que toutes les particules sont des protons.*

FIGURE 7 – *Distribution angulaire de l'intensité des protons provenant de la désintégration du carbone par des deutérons de 7,0 MeV. L'équation de réaction est* $C^{12}_{6} + H^{2}_{1} \rightarrow C^{13}_{6} + H^{1}_{1}$, *le noyau* $C^{13}_{6}$ *étant laissé dans l'état fondamental. Les protons de désintégration de l'oxygène et de l'azote montrent également des anomalies frappantes.*




élastique des protons incidents par les noyaux des atomes du diffuseur. Un second groupe correspondait à une diffusion inélastique dans laquelle le proton incident excite le noyau qu'il frappe et sort de la collision avec une énergie diminuée de ce fait. La seconde méthode a donné des résultats analogues dans le cas du néon. La figure 5 montre la microphotographie de trajectoires ainsi observées. La longue trajectoire est celle d'un proton de 4 MeV diffusé élastiquement par un noyau de néon. La trajectoire courte est dûe à un proton qui, au cours de la diffusion, a excité le noyau de néon jusqu'à son premier état excité, à 1,5 MeV. La distribution angulaire des protons diffusés élastiquement a été étudiée par la méthode photographique dans le cas de 12 gaz. Les distributions observées s'écartent notablement de celles que l'on devrait attendre si seule s'exerçait entre les particules la répulsion coulombienne dûe aux charges nucléaires. Mais les expériences analogues effectuées avec des deutérons montrent de façon plus nette les effets d'interférence.

Dans les expériences effectuées avec des deutérons de 7,0 MeV on trouve, à tous les angles, en outre des deutérons diffusés élastiquement, des protons et des particules α provenant de réactions de désintégration. Ainsi la figure 6 montre la répartition des particules émises par le carbone à 90°. Pour des raisons de commodité on a transformé la répartition des parcours en une répartition d'énergie comme si toutes les particules étaient des protons. Le faible groupe ayant la plus grande énergie est formé de protons issus de la réaction $C^{12}_{6} + H^{2}_{1} \rightarrow C^{13}_{6} + H^{1}_{1}$, le noyau $C^{13}$ étant laissé dans l'état fondamental. Ce groupe se sépare nettement des autres, à tous les angles, de sorte qu'il est possible de déterminer comment son intensité varie avec l'angle de 10° à 170°.

Le résultat de cet examen est représenté sur le diagramme polaire de la figure 7. On remarquera que cette distribution présente des anomalies marquées, qui font penser à la variation de l'intensité de la lumière diffusée par de petites sphères transparentes. Les protons provenant de la désintégration de l'oxygène ou de l'azote par des deutérons de cette même énergie présentent une distribution plus complexe encore. Nous nous trouvons là face à face avec des problèmes d'une complication extrême que la théorie du noyau n'est pas encore en mesure de traiter, et il sera nécessaire d'étudier ces phénomènes en faisant varier dans de larges limites l'énergie des deutérons. C'est là un sujet d'études à venir. Et les physiciens peuvent se féliciter du fait — que LORD RUTHERFORD rappelait souvent à ses élèves — que, en physique nucléaire, il y a toujours de nouveaux mondes à conquérir. Il paraît évident que la plaque photographique jouera un rôle utile dans ces conquêtes.

# Rôle des fossiles dans la recherche des terrains carbonifères

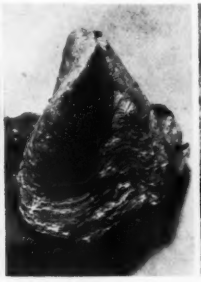
A. E. TRUEMAN

L'identification rapide et précise des couches est sans aucun doute une question de la plus grande importance pratique, surtout dans un pays comme la Grande-Bretagne où le charbon constitue la ressource minière primordiale. Le Professeur Trueman écrit l'histoire d'une recherche d'amateur en quête de coquillages fossilisés dans les gîtes houillers, qui se termine par la découverte des critères d'une valeur incalculable pour l'ingénieur des mines.

L'application de la paléontologie à la géologie de la mine n'est essentiellement rien de plus que l'extension des méthodes stratigraphiques ordinaires. Depuis l'époque de WILLIAM SMITH, qui reconnut que les roches d'une époque donnée sont caractérisées par leurs propres familles de fossiles, les géologues ont démontré qu'en serrant de plus près l'étude de la paléontologie, on pouvait identifier des groupes de roches plus minces (représentant des intervalles de temps plus courts) et établir la corrélation pour de vastes régions. Ce « zonage » des formations rocheuses principales a fait beaucoup de progrès durant la dernière partie du XIX$^{ème}$ siècle, mais les roches carbonifères — qui sont en Grande-Bretagne les plus importantes au point de vue économique — ne profitèrent de cette avance que dans une faible mesure. Il y eut à cela plusieurs raisons, et nous en aborderons ici quelques-unes.

On trouve dans les gîtes houillers beaucoup de fossiles courants, et il est inutile de mentionner ici les nombreux troncs ou racines que l'on rencontre fréquemment. En plus des plantes, on trouve aussi d'abondants vestiges de la faune carbonifère fossilisée dans les roches associées à la couche charbonneuse. À part certains vestiges relativement rares d'insectes ou d'animaux terrestres, ou les traces de nombreuses espèces de poisson que l'on peut aussi rencontrer, il se trouve de nombreux coquillages dans les gîtes houillers. Les plus abondants d'entre eux se rapprochent au point de vue de leurs caractères généraux des moules d'eau douce (*Unio* et *Anodonta*), que l'on trouve dans les rivières et les étangs. On rencontre aussi parmi elles de plus petits coquillages bivalves ressemblant au *Sphaerium* moderne, et d'autres qui sont plutôt du type *Mytilus*. Ces coquillages des gîtes houillers sont maintenant rattachés à quatre espèces: *Carbonicola*, *Anthracomya*, *Anthraconauta*, et *Naiadites*. On trouve aussi des coquillages marins, mais dans les couches minces seulement.

Ces coquillages ont fait l'objet d'une recherche fondamentale, pendant la dernière décade du XIX$^{ème}$ siècle, de la part d'un médecin anglais, WHEELTON HIND, qui, au cours d'une existence professionnelle très active dans le Staffordshire, voua ses loisirs à l'étude des mollusques fossiles des roches carbonifères. On peut à ce propos noter que la géologie britannique doit beaucoup à l'amateur, travaillant à ses moments perdus, mais atteignant souvent des résultats qui le placent sur le même pied que les meilleurs savants. Hind, comme bien d'autres spécialistes des coquilles de la houille, n'avait aucune attache avec l'industrie minière, ni aucun intérêt dans la valeur économique éventuelle de sa recherche: il suivait son propre penchant, et le désir de savoir était



Naiadites flexuosa. *Mines de Nottinghamshire.*

Anthracomya warei. *Dépôt marin de Mansfield, Nottinghamshire.*

son principal stimulant. La monographie abondamment illustrée, publiée par la *Palaeontographical Society* (1894–96), demeurera longtemps encore un ouvrage de référence pour le savant européen.

Hind confirma l'idée que la plupart des roches carbonifères se déposèrent dans l'eau douce. Il montra aussi combien étaient difficiles de classer les coquillages d'eau douce, vu leur extrême variabilité, mais il démontra que leur distribution permet de reconnaître dans le gîte houiller de larges zones où certains groupes sont prédominants. Un autre géologue du Staffordshire, J. T. STOBBS [1], était étroitement associé avec Hind, s'intéressant toutefois davantage aux problèmes miniers et cherchant à montrer de quelle utilité pouvaient être les fossiles en matière de problèmes miniers. Il s'attacha particulièrement à l'étude des couches marines, montrant qu'il y en a peu, et qu'elles sont dûes à de courtes incursions, parfois largement étalées, de la mer dans les lacs ou lagunes d'eau douce où les roches se déposèrent. Il en déduit qu'elles constituent des plans de référence dans la succession des couches rocheuses et qu'on peut ainsi, à partir de ceux-ci, mesurer la position de couches connues. Ce résultat, atteint dans Staffordshire, s'est montré tout à fait sûr, et, en ce qui concerne le développement du gisement caché de Nottinghamshire et du Yorkshire, la connaissance de la position d'une de ces couches — la Couche Marine de Mansfield — a été d'une valeur incalculable pour déterminer la structure de cette région et repérer les couches principales qu'il fallait trouver dans les mines les plus profondes de la région (figure 1).

L'utilisation de critères de ce genre ne s'étendit guère au delà des mines de charbon des Midlands du Nord. Dans certaines mines, on considérait qu'il y avait trop peu de fossiles pour qu'on en puisse faire usage.

Un renouveau dans l'avancement de l'étude des mollusques fossiles se produisit, il y a un peu moins de vingt ans, quand une recherche commencée dans les Galles du Sud ranima un grand intérêt dans la faune des fossiles, intérêt qui stimula les recherches dans tous les bassins miniers de Grande-Bretagne et influença largement les travaux de ce genre en Europe [2]. Les Galles du Sud étaient une région privilégiée pour s'initier à ces études, car, spécialement vers l'ouest, le gîte houiller est épais, totalement développé et partout fossilifère. Dans les mines qui se trouvent plus au nord, là où toutes les couches rocheuses sont présentes, la partie supérieure est presque toujours entièrement dépourvue de fossiles et de couches houillères (comme le montre la figure 2), tandis qu'en d'autres régions la suite des couches est incomplète. Il s'est ainsi avéré possible de diviser les bassins houillers en une série de zones, chacune de ces zones étant maintenant bien connue, à quelques petites modifications près, et ceci s'applique aux régions houillères de nombreux pays. Dans leurs grandes lignes, les mêmes zones ont été trouvées aussi loin d'ici que dans le bassin du Donetz.

La présence, sur une large échelle, des mêmes espèces de coquillages en des régions très différentes, et apparemment en même temps, soulève d'intéressants problèmes. Depuis longtemps, on croyait que les types d'eau douce vivaient dans des lagunes coïncidant plus ou moins avec les limites des districts houillers actuels. On supposait de plus que la faune des lagunes pouvait présenter des caractères individuels variables, et il était plutôt surprenant de rencontrer d'aussi remarquables similitudes dans la succession des faunes des bassins qui étaient alors considérés comme de dépôts différents et bien séparés. Ces similitudes se multiplièrent tant et si bien qu'il devint fort probable que les conditions régnant au moment de la formation des bassins houillers avaient été bien moins localisées qu'on ne l'avait supposé, et qu'il avait existé, au moins à certaines époques, une certaine uniformité des étendues d'eau douce sur plusieurs milliers de kilomètres carrés.

Les études des coquilles d'eau douce comportent des relevés statistiques de leurs variétés. On a montré que certaines bandes sont caractérisées par une « communauté » d'individus qui se reproduisaient probablement entre eux. La nomenclature présente donc ici des problèmes difficiles en eux-mêmes, et dans certains cas on a recours à des formules, comme, par exemple, celles du DR D. LEITCH [3].

L'utilisation du coquillage fossile dépend seulement en partie de l'exacte identification des spécimens individuels; l'application aux problèmes

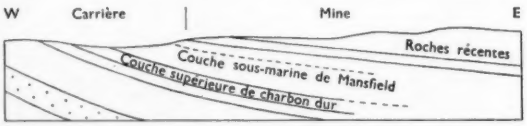



FIGURE 1 – *Coupe de la carrière de Nottinghamshire et de Yorkshire et de la mine qui la continue à l'est, montrant l'usage de la couche de Mansfield comme indicateur de la position des filons carbonifères.*

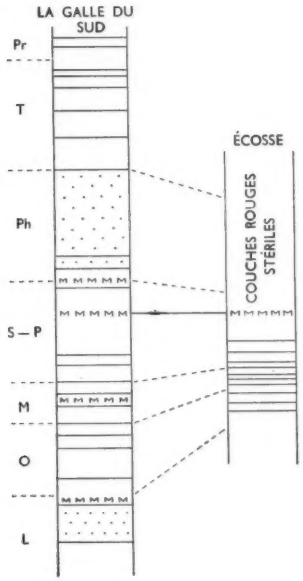



FIGURE 2—*Coupe (non à l'échelle) des gisements de charbon au pays de Galles et en Ecosse. Les filons principaux sont indiqués par des lignes horizontales, les lettres de gauche sont des indices de zone;* MMM *représentent des dépôts marins.*

miniers pratiques peut être envisagée sous un double aspect. D'abord, la division du bassin houiller en zones, même si parfois l'épaisseur de certaines de ces zones dépasse 300 m., sert énormément lorsqu'on commence à explorer par sondages des régions houillères inconnues. Par exemple, quand on s'attend à trouver un gîte houiller au-dessous d'une couche de roches plus récentes qui le recouvre sans avoir avec lui aucune corrélation, comme dans le cas des gisements du Kent et du Lincolnshire, la couche supérieure relativement simple ne permet pas de voir quoi que ce soit du gîte houiller. Même si des couches carbonifères se trouvent immédiatement au-dessous, il peut être impossible de savoir si elles se trouvent au voisinage des couches productrices ou si elles sont en fait proches de la base du gîte houiller dont les couches productrices auraient dans cette région été entraînées par les eaux avant le dépôt des nouvelles couches superficielles. C'est ici que le système des zones devient très important, puisque les fossiles trouvés dans la carotte du sondage peuvent suffire à déterminer la position du gisement et à indiquer sa structure probable.

Les coquillages sont même encore plus importants lorsqu'il s'agit du travail plus minutieux correspondant à l'extension progressive d'un secteur où la mine est déjà en exploitation, car dans des régions limitées ou dans des bassins individuels, le coquillage fossile permet souvent au géologue d'identifier de minces groupes rocheux. Dans le Sud du Pays de Galles, on a réussi à identifier dans le district de l'anthracite plusieures couches différentes au moyen de la faune associée à chacune d'elles. Ceci sert toujours beaucoup quand la couche s'étend en terrain inconnu, mais devient encore plus important si le gisement est perturbé; dans certaines régions, ils sont très irréguliers, ayant été dérangés et plissés par la pression du terrain depuis l'époque de leur formation. Il arrive que l'extraction suive une couche sur une certaine distance, puis qu'on s'aperçoive brusquement que cette couche est interrompue; sa continuation à une hauteur inconnue au-dessus ou au-dessous de son niveau primitif peut être souvent rapidement déterminée, grâce à la connaissance de la faune au delà de la faille. On arrive à ces résultats dans pratiquement tous les bassins houillers de Grande-Bretagne.

Des travaux d'un genre pareil se sont développés dans plusieurs pays d'Europe au cours de ces dernières années. Basés dans certains d'entre eux sur les recherches de Wheelton Hind, ils n'ont conduit qu'à des résultats d'usage plutôt restreint en ce qui concerne le détail des problèmes miniers. En Russie, on a vu tout le parti qu'on pouvait en tirer et on l'a largement mis à profit pour l'extension des nouveaux grands districts houillers. Le bassin du Donetz est en quelque sorte le plus intéressant d'entre eux, et les travaux que TCHERNYSHEV, et d'autres chercheurs, firent là-bas ont mis en lumière une remarquable suite de coquillages fossiles qui peut être étroitement rapprochée de celle trouvée en Grande-Bretagne [4]. Le relevé de ces bandes a permis une interprétation rapide du problème de structure de la région. À la suite de cela, des méthodes similaires ont été appliquées plus à l'est, par exemple dans le bassin du Kusnetz, où RAGOZIN et FEDOTOV ont fait des études détaillées des coquillages. Ceux-ci ne sont que partiellement comparables aux fossiles trouvés en Grande-Bretagne ou dans le Donetz, car, dans l'ensemble, les roches carbonifères y sont plus récentes que dans le gîte houiller britannique, s'étendant à ce que l'on suppose du plus haut Carbonifère jusque dans le Permien. Ils contiennent par conséquent des types de coquillages divers

différents en général de ceux avec lesquels on a affaire ici. Mais en appliquant des méthodes similaires de ramassage méticuleux et d'analyse très attentive de différences minimes, les Russes ont pu obtenir de la même manière des renseignements de grande valeur en géologie appliquée.

Au cours de leurs études, un renouveau d'intérêt s'est manifesté pour les couches marines. Il a été confirmé que, comme Stobbs et d'autres l'avaient indiqué, celles-ci sont peu nombreuses dans les régions minières britanniques et qu'elles apparaissent toujours à un niveau horizontal bien défini. On a aussi découvert que ces niveaux sont les mêmes dans différents gisements houillers. On attribue aujourd'hui une importance primordiale à quatre de ces couches: l'une se trouve près de la base du gîte houiller, une autre au sein du gisement producteur dans beaucoup de régions minières, et deux autres (l'une d'entre elles étant la couche de Mansfield ou ses équivalentes) se trouvent au-dessus des régions les plus riches dans la plupart des régions de Grande-Bretagne. La présence de ces bandes, faciles à distinguer des couches à coquillages d'eau douce, est importante, non seulement pour bien marquer l'uniformité des conditions dans ces régions au moment du dépôt des roches, mais parce qu'elles constituent des repères utiles et sûrs aussi faciles à reconnaître par un ingénieur des mines que par un géologue spécialisé, et qui permettent d'éviter des erreurs en classant les charbons rapportés par un sondage. Les bandes marines sont plus fréquentes en Russie, ou dans certaines régions des États-Unis, qu'ici.

Carbonicola ornata. *Dalle montrant des variations. Pierre meulière, Yorkshire. Intercalé:* Carbonicola atra. *Galles du Sud.*

En même temps, les travaux sur les fossiles végétaux ont aussi fait de grands progrès, et les résultats deviennent aussi d'une plus grande utilité dans le travail de la mine. Beaucoup des plantes fossiles courantes, surtout les spécimens les plus grands et les plus frappants, sont souvent représentatifs d'espèces à grand domaine vertical, c'est-à-dire s'étendant sans grand changements, à ce qu'il semble, à travers la plus grande part du gîte houiller. Naturellement ces espèces ne peuvent servir à l'identification des couches. D'autre part, beaucoup des fougères eurent la vie plus courte, et même il en est, parmi les type les plus rares, qui n'apparurent que pendant très peu de temps: si on peut en trouver, leur valeur équivaut à celle des coquillages pour la division en zones du gîte houiller. L'identification de ces zones végétales en Europe est dûe surtout aux travaux du PROFESSEUR BERTRAND en France, de JONGMANS en Hollande, de RENIER en Belgique, tandis qu'en Grande-Bretagne, E. DIX [5] obtenait de notables résultats dans ce domaine. Un champ plus restreint de l'étude des plantes — la séparation des spores et des microspores du charbon même, suivant la méthode de A. RAISTRICK [6] — a permis d'obtenir des résultats qui ajoutent à notre connaissance et faciliteront encore la prospection houillère.

## BIBLIOGRAPHIE


[1] STOBBS, J. T. *Quart. J. Geol. Soc.*, 1905, 495.

[2] DAVIES, J. H., et TRUEMAN, A. E. *Ibid.*, 1927, 210.

TRUEMAN, A. E. *Proc. S. Wales Inst. Eng.*, 1933, 63.

WRIGHT, W. B. *Summ. Prog. Geol. Surv. for* 1928–29, 36.

WEIR, J., et LEITCH, D. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 1936, 697.

[3] LEITCH, D. *Quart. J. Geol. Soc.*, 1940, 13.

[4] TCHERNYSHEV, B. *Trans. Geol. Surv. U.S.S.R.*, 1931 (72).

DIX, E., et TRUEMAN, A. E. *Compt. rend. 2ème Cong. Strat. Carb.*, Heerlen, 1935, 1937, 185.

[5] DIX, E. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 1934, 789.

[6] RAISTRICK, A., et SIMPSON, J. *Trans. Inst. Min. Eng.*, 1933, 225.

*Idem. Ibid.*, 1934, 142.

# Une extension de la radiodiffusion: la retransmission

PAUL ADORJAN

L'attrait de la nouveauté a disparu depuis longtemps en T.S.F. Les auditeurs demandent maintenant une transmission fidèle, exempte de fading et de distorsion. Avec les transmissions par T.S.F. cet idéal est souvent inaccessible. M. Adorjan décrit et explique les nombreux avantages offerts par la «rediffusion», ou transmission par fil, procédé auquel il prédit un grand avenir.

Peu après l'invention du téléphone, certaines personnes perspicaces s'avisèrent que cette invention fournirait un excellent moyen pour répandre les nouvelles, l'éducation et les distractions. Les premiers systèmes de téléphone, sous leur forme la plus simple, étaient destinés à relier deux points au moyen de fils aux extrémités desquels se trouvaient placés des appareils téléphoniques et des piles permettant la transmission de conversations dans les deux directions. Avec l'apparition du bureau central et des réseaux téléphoniques, les conversations par téléphone cessèrent d'être limitées à deux points fixes reliés entre eux; l'un quelconque des nombreux abonnés d'un réseau donné pouvait être relié à n'importe quel autre abonné du même réseau.

FIGURE 1.

Vers les années 1880, plusieurs tentatives furent faites en différents pays pour inaugurer la transmission téléphonique de nouvelles et de spectacles. Le système le plus simple consistait à placer un microphone et des piles en un lieu de distraction et à les relier par fils à d'autres endroits pourvus de récepteurs téléphoniques.

Les auditeurs pouvaient ainsi entendre à distance des spectacles divers, de la musique par exemple. La figure 1 représente une réalisation de ce genre, selon une gravure de 1880. D'autres systèmes analogues furent établis en différents endroits dans le monde, et des sociétés commerciales commencèrent, parfois avec la participation des compagnies de téléphone, à exploiter ce procédé dans un but lucratif. Les organisations intéressées construisirent des réseaux de fils, à partir de câbles rayonnant d'un point central, branchant ensuite les abonnés individuels sur ces alimentations principales. Il apparut bientôt que, comme pour le téléphone, l'économie du système dépendait surtout du nombre d'abonnés au réseau dans un secteur donné. Pour rendre la chose attrayante, on reliait habituellement le distributeur central à divers théâtres par fil privé, composant ainsi des sélections soit d'opéras, soit de pièces de théâtre qui pouvaient avoir une valeur récréative pour l'oreille seule. En outre, on lisait périodiquement des bulletins de nouvelles au point central de distribution.

A quelques exceptions près, ces systèmes n'eurent pas grand succès, surtout parce que la matière du programme n'avait pas été conçue pour n'être présentée qu'à l'oreille, elle perdait donc la majeure partie de son intérêt. De plus, les moyens techniques dont on disposait alors ne permettaient pas une bien bonne reproduction, et même les opéras et les concerts symphoniques perdaient pour l'auditeur une grande partie de leur véritable perspective.

Sans entrer dans les détails techniques de fonctionnement des premiers systèmes, on peut donner une idée des difficultés qu'il a fallu surmonter, avant l'invention de la lampe à trois électrodes, en mentionnant que, le nombre croissant d'abonnés nécessitant une transmission plus puissante, on

dut généralement recourir à un nombre additionnel de microphones à la source.

Les progrès des appareils d'émission et de réception par T.S.F. amenèrent dans presque toutes les régions du monde l'établissement d'émissions radiophoniques récréatives ou éducatives. Le nombre des auditeurs devint très considérable et le revenu provenant des licences et autres formes d'impôts permit aux organisations chargées des émissions de créer des programmes réellement bons et préparés spécialement pour l'audition seule. Bientôt la qualité de l'émission fut telle que le principal objet de la réception fut d'obtenir que la reproduction du son soit claire, tandis que l'attrait de la nouveauté se perdait. Ainsi le public se mit à juger des émissions selon leur valeur récréative et la qualité du son, plutôt que d'après la distance entre émetteur et récepteur. Ceci n'est plus maintenant que de peu d'intérêt, sauf dans le cas de certaines émissions particulières.

Tout de suite après la naissance de la radiodiffusion, on s'aperçut qu'il était presque impossible d'obtenir une bonne réception par T.S.F. dans certaines régions industrielles. De plus, malgré toutes les améliorations apportées par la B.B.C. dans le Royaume Uni, ou ailleurs par les organisations similaires, presque chaque pays comporte des régions où la réception n'est pas satisfaisante, au moins à certaines heures du jour ou de la nuit. Ce problème est d'autant plus sérieux que le public demande un choix de programmes et qu'il faut évidemment un appareillage plus important pour être à même de radiodiffuser deux programmes dans tout le pays.

La faveur croissante de la radiodiffusion amenait à proposer, en Angleterre et en différentes régions d'Europe, l'établissement d'un système de distribution des émissions par fil direct dans les locaux des abonnés, où l'on pourrait les écouter soit au casque, soit par hauts-parleurs. Tandis que certains de ces projets exigent l'établissement d'un réseau spécial, d'autres recommandent l'utilisation de réseaux existants, tels que ceux du téléphone ou de distribution électrique.

En Angleterre, il existe sous le nom de « retransmission » diverses méthodes de distribution des émissions radiophoniques par fil. En bref, les principaux systèmes de retransmission peuvent être classés selon les groupes suivants:

1) *Retransmission sur fréquences de T.S.F.*—

Sur réseaux existants.

Sur réseaux spéciaux.

2) *Retransmission sur audio-fréquences*—

Sur réseaux existants.

Sur réseaux spéciaux auxiliaires des réseaux existants.

Sur réseaux spéciaux.

En Angleterre, on a adopté la méthode de distribution sur audio-fréquences au moyen d'un réseau spécial établi à cet effet.

Si chacun des cinq systèmes énumérés plus haut présente divers avantages, le dernier seul a donné toute satisfaction dans la pratique. Son succès est dû à sa simplicité; ce système, tout en donnant d'excellents résultats, peut fonctionner d'une manière satisfaisante et économique. Dans le cas du système à haute fréquence branché sur un réseau existant ou utilisant un réseau spécial, il est essentiel que l'abonné dispose chez lui d'un récepteur assez sélectif pour séparer l'onde de l'émission désirée des deux ou trois autres émissions retransmises par le même réseau. À la réception, l'onde doit être convertie en onde de audio-fréquence et suffisamment amplifiée pour pouvoir actionner un haut-parleur. . . . Un tel récepteur doit avoir trois lampes au moins et devra être relié au réseau électrique ou muni de piles.

S'il s'agit de distribution à audio-fréquences par réseau spécial, l'abonné n'a besoin que d'un simple interrupteur pour choisir son programme, d'un haut-parleur et d'un bouton de réglage pour l'intensité du son. On distribue généralement deux ou trois émissions, chacune sur une autre paire de fils, et l'interrupteur sert à relier le haut-parleur à la ligne portant le programme désiré. Les programmes sont envoyés avec assez de puissance pour actionner des haut-parleurs à aimant permanent de manière à ce que le volume de son produit emplisse une pièce ordinaire.

Il y a actuellement environ 400.000 foyers en Grande-Bretagne où l'on reçoit les émissions radiophoniques par retransmission. Ce nombre peut paraître faible par rapport au total d'environ 10 millions de licences délivrées. Il faut cependant se souvenir que jusqu'en 1939 le Directeur des Postes ne délivrait aux compagnies de retransmission que des licences à court terme; en conséquence celles-ci se montrèrent assez peu disposées à établir de nouveaux réseaux exigeant des placements considérables. En 1939, le gouvernement décida de prolonger de dix autres années la licence accordée aux compagnies de retransmission et il en serait résulté des extensions considérables s'il n'y avait pas eu la guerre, et

par suite, manque de main d'œuvre et de matériaux. Dans les secteurs où les systèmes de retransmission ont été établis, une forte proportion de la population utilise ce moyen pour recevoir les émissions. Il n'est en vérité pas extraordinaire de trouver des secteurs où une maison sur trois, si ce n'est une maison sur deux, est équipée de cette manière.

Les programmes qui ne sont pas transmis par ligne directe des studios de la B.B.C. aux stations de retransmission sont captés par des stations réceptrices éloignées des villes, et pourvues d'un appareillage spécial de réception couplé avec un système spécial d'antennes. Ce réseau d'antennes peut quelquefois s'étendre sur plusieurs kilomètres carrés. Par exemple, pour recevoir l'émetteur d'avant-guerre de Droitwich à Plymouth et à Newcastle-upon-Tyne, il a fallu doter la station réceptrice éloignée de chacune de ces villes d'une antenne de près de 1 km. de long.

Des opérateurs spécialisés travaillent dans les stations de retransmission et ils sont chargés de la réception des diverses émissions selon un horaire établi à l'avance. Ils prennent l'écoute des programmes et, s'il y a lieu, mettent temporairement en service des appareils auxiliaires. La figure 2 montre l'intérieur typique d'une de ces stations réceptrices éloignées. La station réceptrice éloignée envoie l'émission radiophonique qu'elle a captée sur audio-fréquence et par ligne privée à la station centrale de commande de la retransmission. Ceci sert de commande générale pour un secteur donné, qui peut aussi bien être une petite ville qu'une vaste région comprenant plusieurs villes voisines.

La fonction principale de la centrale de commande consiste à distribuer les émissions transmises par la station réceptrice de retransmission, ainsi que certains programmes éventuellement reçus directement par fil des studios de la B.B.C., à plusieurs relais amplificateurs situés en différents points du secteur sous sa surveillance. L'appareil général de commande dont est munie la station centrale permet à l'opérateur d'écouter les émissions, qui sont amplifiées et transmises par les relais amplificateurs, et de régler la puissance avec laquelle les programmes sont expédiés. Ceci sert à éviter que les abonnés ne reçoivent une émission insuffisante ou trop forte. Les opérateurs voient immédiatement s'il s'est produit une panne quelconque dans les relais amplificateurs automatiques, et, s'il y a lieu, des ingénieurs mobiles peuvent être aussitôt envoyés sur place pour faire la réparation. Chaque station auxiliaire possède

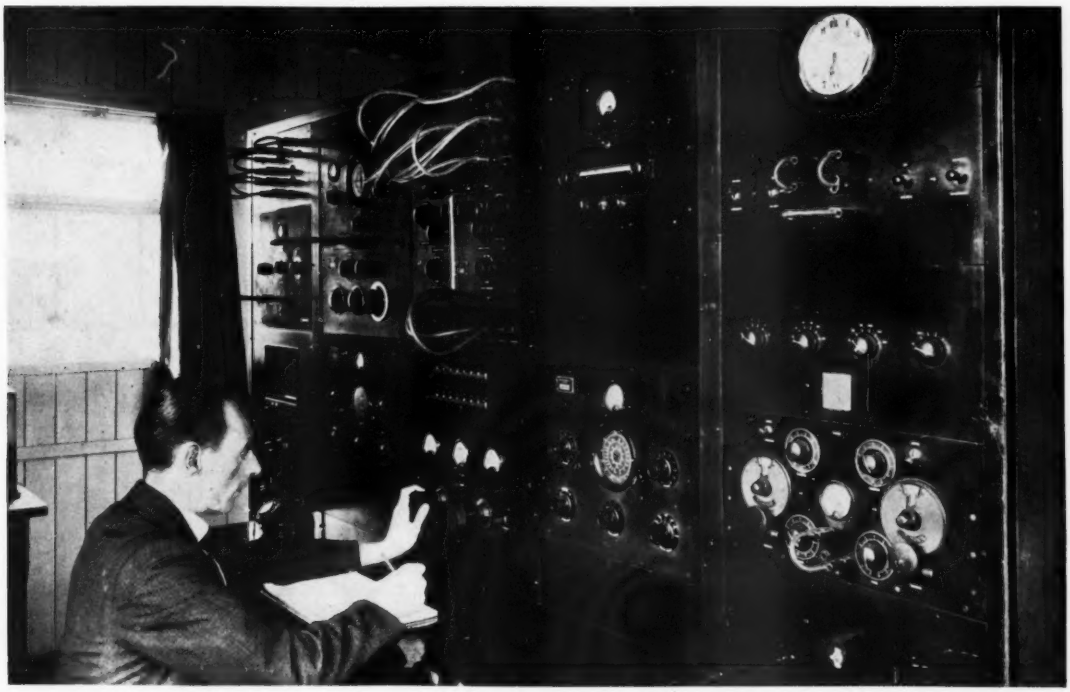


FIGURE 2

un stock de pièces de rechange suffisant pour le remplacement immédiat de toute pièce usée, et il est également facile de mettre un appareil en circuit ou hors circuit. On a installé aussi certains dispositifs additionnels, comme par exemple des relais de signaux d'alertes pour les raids aériens, ou les messages spéciaux. La station centrale de commande et les stations auxiliaires possèdent divers instruments pour vérifier les lignes de transmission qui doivent toujours être en bon état. A chaque station est également adjointe une usine centrale génératrice d'énergie électrique.

Chaque amplificateur peut fournir à la sortie, sans distorsion, une puissance de 100 à 1.500 watts. La dimension des amplificateurs en service aux diverses stations est chaque fois déterminée d'après la puissance maximum à laquelle on alimentera une station donnée. La figure 3 représente une station amplificatrice type. On distribue habituellement les émissions à partir de

FIGURE 3

la station amplificatrice au moyen de lignes de haute tension vers de nombreux postes de transformation où le voltage est abaissé. Ces postes de transformation sont analogues aux boîtes métalliques que l'on peut voir sur les voies publiques et qui servent pour la distribution urbaine de l'électricité, la commande des tramways, etc.

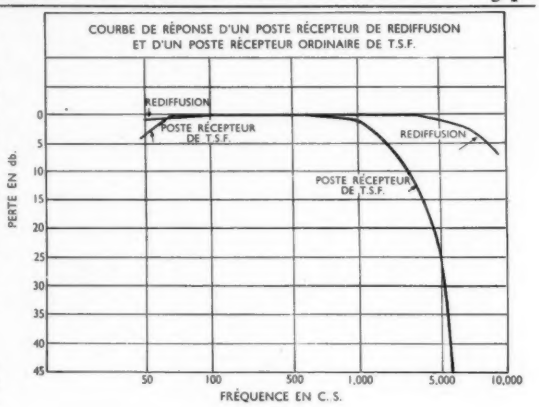



FIGURE 4

Le réseau d'alimentation rayonne à partir des postes de transformation vers les locaux des abonnés.

La canalisation de distribution est entièrement construite et entretenue par les compagnies de retransmission. Le dessin, la construction et l'entretien du réseau comportent une série de précautions destinées à éviter les interférences, et que les lignes de retransmission ne viennent à toucher les lignes postales ou autres transmissions. Le court terme de la licence accordée par la Direction des Postes n'a en général pas permis l'installation de câbles souterrains, mais, dans la mesure du possible, les câbles de retransmission ont été établis avec soin et de manière à ne pas gêner.

La réception sans-fil peut subir diverses distorsions ou interférences provenant soit de l'émetteur, soit du milieu que les ondes ont à traverser, soit du poste récepteur. En ce qui concerne la retransmission, la distorsion dûe à l'émetteur est éliminée du fait de la liaison directe avec le studio; d'autre part, les distorsions et interférences dûes au milieu de propagation, c'est-à-dire ici à la ligne de transmission, peuvent être rendues négligeables par rapport à celles de la T.S.F. en régime normal. Les distorsions du troisième type, celles dûes au récepteur, peuvent être complètement éliminées dans le cas de la retransmission, excepté celles qui proviendraient du haut-parleur.

Même s'il n'y a pas de lignes directes entre le studio de radiodiffusion et la station de retransmission, les systèmes d'antennes dirigées sélectives et l'appareillage spécial avec lequel elles sont couplées, les sites choisis à l'abri des interférences, assurent une amélioration considérable sur la réception ordinaire par T.S.F.

Le tableau suivant établit la comparaison entre: (1) la réception par poste ordinaire de T.S.F., (2) le système de retransmission à partir d'une station réceptrice éloignée recevant les émissions par sans-fil, (3) le système de retransmission relié par ligne directe au studio:

| Type et cause de distorsion ou d'interférence | Réception ordinaire par T.S.F. | Système de retransmission à partir de réceptions spéciales par T.S.F. (stations receptrices éloignées) | Système de retransmission relié par fil direct au studio |
|---|---|---|---|
| *Émetteur*— Variation de la sensibilité avec la fréquence. Distorsion harmonique Bruits de fond. | Dépend de la construction de l'émetteur. Très appréciable pour certains émetteurs. | | Nulle. Les répétiteurs additionnels de ligne ne produisent que des bruits et distorsions négligeables. |
| *Milieu de Propagation*— Fading (avec ou sans distorsion). Interférences électriques Interférences avec d'autres émetteurs | Dépend des conditions locales. Peuvent être très graves excepté si l'émetteur est très près. | Réduit à très peu de chose par les systèmes d'antennes dirigées sélectives et l'appareillage utilisé | Nul. Bruits et distorsion de ligne négligeables. |
| *Recepteur* Variation de la sensibilité avec la fréquence | Atténuation des notes hautes pour réduire l'interférence | Beaucoup moins d'atténuation des notes hautes puisque les systèmes d'antennes et l'appareillage permettent de réduire suffisamment les interférences. La variation de sensibilité avec la fréquence produite par les réseaux de retransmission est peu de chose par rapport à celle des récepteurs de T.S.F. | Nulle. |
| Interférences du deuxième degré (superhétérodynes). Bruits de lampe. Distorsion harmonique. | Habituellement peu gênantes quand le poste récepteur est neuf, mais s'amplifiant peu à peu. | Réduites à très peu de chose, grâce à l'entretien quotidien par ingénieurs qualifiés. | Nuls. |
| *Haut-parleur* | Pas de différence d'un système à l'autre. | | |

Si le tableau ci-dessus renseigne au point de vue qualitatif, la figure 4 compare quantitativement la variation de sensibilité avec la fréquence d'un poste de T.S.F. du commerce avec un réseau complet de retransmission, y compris les amplificateurs de ligne, les amplificateurs de puissance, les branchements et le réseau de retransmission. On peut voir ainsi la perte considérable qui affecte les hautes fréquences dans les postes récepteurs de T.S.F., tandis qu'aucune perte disproportionnée n'affecte le système de retransmission. Il demeure bien entendu qu'il est possible de fabriquer des récepteurs bien plus sensibles aux hautes fréquences (et ces récepteurs sont en service dans les stations de retransmission), mais il serait illusoire d'utiliser des récepteurs dont la sensibilité à la haute fréquence serait renforcée, si l'on ne pouvait en même temps le brancher sur un système d'antennes étendu sur un espace considérable et en un lieu non contaminé par les interférences. Si l'on ne peut disposer d'antennes de ce genre, il faut s'attendre à des effets interférentiels considérables, même avec un récepteur de haute qualité. La figure 5 montre la courbe générale de sensibilité d'un récepteur spécial, du type utilisé dans les stations de retransmission. En ce qui concerne la distorsion dûe aux harmoniques, on peut par de fréquentes mesures de vérification maintenir le réglage des appareils de retransmission de manière à limiter le voltage total des harmoniques produits à 5 pour cent, chiffre généralement accepté comme limite supérieure. On peut également rester au-dessous de cette limite avec un récepteur de T.S.F., mais on s'aperçoit en pratique que la distorsion augmente avec le vieillissement des lampes.

L'un des grands avantages de la retransmission sur la T.S.F., c'est l'absence presque complète d'interférences et de bruits de fond, et tandis qu'on admet un rapport de 20 décibels pour la

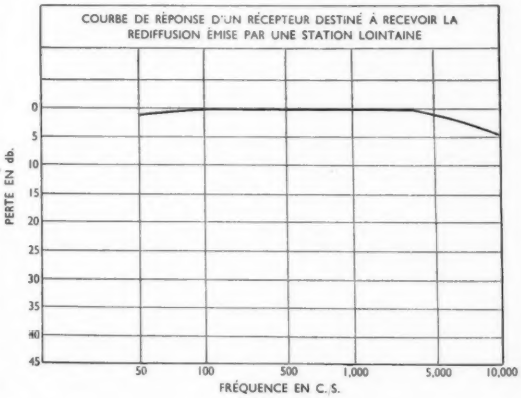



FIGURE 5

réception sans-fil, ce même rapport atteint 40–55 décibels dans les systèmes de retransmission sans rien sacrifier de la sensibilité aux hautes fréquences.

Considérant les grands avantages du fil sur la T.S.F., en particulier pour la distribution des émissions dans les districts à forte densité de population, il n'est pas douteux que cette méthode sera employée de plus en plus dans les foyers domestiques. De plus, aucune raison technique ne s'oppose à ce qu'on utilise à l'avenir la retransmission pour distribuer les émissions dans les campagnes.

# Revue des livres

### BIOLOGIE, CHIMIE, ET LUMIÈRE

Living Light (Lumière vivante), *par E. Newton Harvey. Pp. xv + 328. Oxford University Press, London.* 1941. 24*s. net.*

The Chemical Aspects of Light (Les aspects chimiques de la lumière), *par E. J. Bowen. Pp. vi + 191. Oxford University Press, London.* 1942. 12*s.* 6*d. net.*

La lumière est une des premières sensations que nous éprouvons lorsque nous pénétrons dans le monde en tant qu'individus, et c'est sur les changements photochimiques produits dans le pourpre de l'œil que nous basons la plupart des informations que nous prenons au sujet de l'univers ambiant, depuis l'enfance jusqu'à la vieillesse. Les deux volumes que nous analysons ici peuvent être considérés comme des commentaires modernes sur ce thème.

Le livre du Dr Harvey est original et très attrayant. Il décrit l'émission de lumière par les êtres vivants de plus en plus complexes depuis les bactéries jusqu'aux poissons. Il est écrit avec une précision toute scientifique, sa documentation est très fournie, et ses explications sont facilitées par un grand nombre de dessins minutieux et de photographies. De plus c'est un livre destiné au profane aussi bien qu'au scientifique, car il est aussi instructif qu'attrayant. Il est intéressant de citer quelques-unes des phrases les plus heureuses qui contribuent à animer les parties les plus austères de ce volume: « On a souvent confondu les organes lumineux avec des yeux. La raison en est évidente: ils sont l'inverse des yeux. La production chimique de la lumière est l'inverse de la détection ».

Le premier chapitre est en grande partie un historique et renferme une curieuse citation de BOYLE sur les causes de la luminosité de la mer. On y trouve ensuite une étude critique et descriptive des organismes chez lesquels cette luminosité a été observée. Les bactéries, les méduses, les vers luisants, les lucioles, et tout un monde de créatures étranges provenant du fond des mers sont passées en revue. On y fait remarquer la façon dont elles sont distribuées dans la nature: ce sont pratiquement tous des *animaux* marins ou terrestres. Parmi les végétaux seuls les champignons et les bactéries présentent une luminosité, et les seuls organismes d'eau douce qui soient lumineux sont des bactéries et un vers luisant aquatique.

La luciole et le vers luisant ont inspiré de nombreux poètes, mais ce sont deux créatures moins bien connues et beaucoup plus humbles qui ont permis quelques-unes des découvertes sur la chimie de l'émission de lumière par des organismes vivants. La pholade, *Pholas dactylus*, fut étudiée par DUBOIS qui démontra la présence d'une enzyme thermo-labile, la luciférase, dans ses organes lumineux. Celle-ci agit sur une substance plus stable, la luciférine, pour produire la lumière. Les pêcheurs japonais pêchent un petit crustacé, le *Cypridina hilgendorfii*, en utilisant comme appât une tête de poisson. Si on le dessèche rapidement, il peut être conservé pendant des années et donnera encore une luminescence si on l'humecte. C'est à partir de *Cypridina* desséchés que HARVEY a pu préparer une luciférine et une luciférase, et plus tard ANDERSON les a obtenues plus pures. Ces préparations sont remarquablement actives, la luciférine en dilution de l'ordre de 1 pour $10^{11}$ donne par addition de luciférase de *Cypridina* une émission de lumière perceptible. La luciférine n'est pas une protéine; Anderson pense que c'est un dérivé polyhydroxybenzénique de poids moléculaire relativement bas.

Beaucoup d'autres sujets intéressants sont traités dans ce volume, mais il nous faut les laisser de côté. Le chapitre sur la physiologie contient une discussion intéressante du mécanisme réflexe de l'émission de lumière chez les lucioles. Dans un chapitre suivant, le rendement photochimique d'une bactérie lumineuse est évalué à 0,16 pour cent. Le dernier chapitre passe en revue les travaux sur les rayons mitogénétiques à qui l'on attribue une action stimulante sur la division de la cellule. Il se termine sur un jugement incisif: « En réalité, l'histoire toute entière apparaît tellement fantastique, les découvertes des chercheurs sont si contradictoires, . . . et les descriptions des propriétés des radiations mitogénétiques sont tellement en contradiction avec ce que l'on sait de la nature de la lumière ultra-violette, qu'il est impossible de rien tirer de logique de ces publications ».

Le livre de Mr Bowen est d'une lecture plus ardue, mais il mérite bien une étude approfondie. Il essaie de présenter les conceptions sur la théorie de la lumière sans avoir recours à un traitement mathématique. Il insiste sur les idées qui sont à la base de la théorie physique, et il traite ce sujet de façon systématique, en débutant par une description des propriétés de la lumière. Il discute ensuite l'émission et l'absorption par les atomes et les molécules, ce qui amène la théorie des quanta et la théorie des spectres. Suit alors l'exposé de la conception moderne de la transformation des radiations absorbées: fluorescence et luminescence. Le reste du livre est consacré de façon plus détaillée aux applications de la théorie générale à la photochimie, la photosynthèse chez les végétaux, la théorie des plaques photographiques, etc.

Il faut signaler tout particulièrement deux caractéristiques de la façon dont le sujet est traité. Mr Bowen se confine d'un bout à l'autre de son livre aux faits objectifs et se refuse à se laisser entraîner par des interprétations semi-philosophiques des théories mathématiques. Après certaines prétentions d'appliquer la théorie des quanta aux problèmes chimiques, il est reposant de trouver des opinions telles que celle-ci: « La mécanique ondulatoire fournit une interprétation homogène des phénomènes quantiques dans les atomes, explication quantitativement correcte pour des systèmes très simples, mais que des difficultés mathématiques empêchent d'étendre jusqu'aux applications numériques dans des cas plus complexes ».

L'autre caractéristique remarquable de ce livre est l'importance donnée à l'expérimentation. Les discussions sont illustrées par une quantité de données numériques précises, et l'on trouve dans le texte et les appendices de précieux renseignements pratiques sur les sources de lumière, les filtres, la préparation des substances phosphorescentes, etc. S. SUGDEN

### FORMES ORGANISÉES

On Growth and Form (Croissance et Forme), *par Sir D'Arcy Wentworth Thompson. Pp. vi + 1116, avec 2 planches et 554 figures. University Press, Cambridge. Nouvelle édition révisée,* 1942. 50*s. net.*

Depuis sa première publication en 1916, ce livre est passé de 793 pages à 1116, par addition de nouveaux

articles; mais sa forme est restée la même. Les travaux récents y sont utilisés comme des variations sur un thème composé il y a un quart de siècle. Les additions ont été faites avec tant d'art, qu'elles ne sont décelables que par les dates des références citées.

De nombreux articles nouveaux font leur apparition, en particulier ceux de JULIAN HUXLEY sur les taux de croissance, de BERNAL sur les molécules protéiniques et de RIDEAL sur les couches monomoléculaires; mais l'intérêt de *Growth and Form* ne réside pas dans son compte-rendu des progrès récents. C'est un classique de la biologie grâce à son assimilation unique des travaux antérieurs. Bien que le domaine particulier de l'auteur soit constitué par les classiques, c'est peut-être son interprétation des spéculations et des expériences des époques plus récentes qui est le plus remarquable. Les biologistes, forcés par la nécessité de consacrer leur temps aux travaux les plus récents, au détriment de ce qui a été publié avant 1850, pourront corriger leur perspective en passant de temps en temps une soirée à lire un chapitre de ce livre. Ils entreront ainsi en contact avec un esprit mûr et cultivé et ils pourraient bien être surpris à la fois par la profondeur et la vivacité de la pensée des anciens, sur une grande variété de sujets biologiques.

SIR D'ARCY THOMPSON évolue avec autant d'aisance au milieu des auteurs classiques que sur le terrain des mathématiques et de la biologie. Si parfois il fait paraître les choses plus faciles qu'elles ne sont en réalité, c'est grâce à la remarquable clarté de son style. Son attitude est exprimée dans une phrase de l'Épilogue: « Je sais que dans l'étude de la matière, le nombre, l'ordre et la position sont les trois clefs de la science exacte». Nous accueillons avec plaisir une édition moderne de ce grand ouvrage et félicitons l'auteur d'avoir su mener à bien cette lourde tâche.

MACGREGOR SKENE

ANALYSE DES ÉLÉMENTS

Mass Spectra and Isotopes (Spectres de masse et isotopes), *par F. W. Aston. Pp. xii* + 276, *avec* 12 *planches et* 48 *figures. Edward Arnold & Cie., Londres. Deuxième édition*, 1942. 22*s*. 6*d*.

« L'analyse isotopique de tous les éléments est maintenant chose faite», dit l'auteur dans la préface de la seconde édition de ce livre, « et mon but essentiel . . . est de dire comment cela s'est fait». Nous pouvons nous rendre compte de la satisfaction calme mais intense qu'a eue l'auteur à écrire ces lignes, car elles révèlent l'accomplissement d'une tâche ardue et compliquée dont le poids le plus lourd est retombé sur M. Aston lui-même. En tant qu'Anglais, nous pouvons éprouver une satisfaction semblable, dûe peut-être à un esprit de chapelle, de ce que notre pays se soit placé en tête dans des recherches d'une si grande importance. La première édition du livre de M. Aston est bien connue. Cette édition-ci sera, elle aussi, universelle, étant indispensable. Elle contient un chapitre entièrement nouveau sur les spectrographes de masse modernes, traitant entre autres les types à double focalisation de DEMPSTER, BAINBRIDGE et JORDAN, et de MATTAUCH, et du spectrographe à grande dispersion de Jordan. La troisième partie de ce livre, qui traite de la chimie nucléaire, contient l'ensemble des données sur lesquelles a été établie en 1936 la première Table Internationale des Isotopes Stables, ainsi qu'un exposé des travaux plus récents. La comparaison entre les deux éditions révèle les progrès étonnants réalisés en ces matières durant la dernière décade.

TRAITÉ DE PHYSIQUE ATOMIQUE

Introduction to Atomic Physics (Introduction à la physique atomique), *par S. Tolansky. Pp. x* + 343. *Longmans, Green & Cie., Londres*. 1942. 15*s*.

Le besoin se faisait — et se fait — réellement sentir d'un ouvrage de cette taille et de cette importance ayant pour sujet la physique atomique moderne. Le livre de M. Tolansky est destiné aux étudiants de 2ème et de 3ème année de l'université, qui n'ont pas encore commencé à se spécialiser. Il n'y a pas de fautes à y relever en ce qui concerne le choix et le classement des données expérimentales. En fait, on peut féliciter M. Tolansky d'avoir résolu d'une façon si satisfaisante ce problème. Cela augmente le regret du critique qui découvre qu'un travail si bien conçu puisse être entaché de tant de fautes dans son exécution qu'il soit impossible de le recommander aux étudiants.

Il y a beaucoup d'erreurs dans les diagrammes et dans le texte. Beaucoup d'entre elles sont grossières, et pourraient être décelées immédiatement par tout étudiant sérieux. Il y en a, toutefois, de particulièrement inacceptables, en ce qu'elles sont de celles qui embarrassent le seul type d'étudiant intéressant, celui qui désire comprendre et utiliser ce qu'on lui présente, et non simplement le répéter à l'examen. Un exemple de ces erreurs est l'affirmation que dans l'énumération d'un certain nombre de termes spectraux, le préfixe numérique représente le nombre quantique total. Un étudiant qui étudie cette question intelligemment risque de se donner énormément de mal avant de découvrir que cette assertion est tout simplement fausse. On peut faire à peu près la même critique à la pseudo-démonstration, singulièrement fâcheuse, de la relation de CHILD - LANGMUIR (pp. 100–2) qui ne peut que tromper tout lecteur ayant tendance à croire en l'autorité de la chose imprimée.

Il est probable que se livre se vendra, et que M. Tolansky sera bientôt amené à en préparer une seconde édition. S'il a l'intention de réviser son texte dans un esprit critique rigoureux, il pourra en faire un livre qui sera d'une réelle utilité pour les étudiants — et il pourrait le faire sans apporter de grandes modifications au plan général de l'ouvrage.

H. R. ROBINSON

TECHNIQUE DES CHROMOSOMES

The Handling of Chromosomes (La manipulation des chromosomes), *par C. D. Darlington et L. F. La Cour. Pp.* 165. *George Allen et Unwin Ltd., Londres*. 1942. 8*s*. 6d.

L'étude des chromosomes, en dépit de la grande importance qu'on y attache, n'avait été poursuivie jusqu'à présent que par un petit groupe de spécialistes qui lui firent faire de nombreux progrès théoriques appréciables et essentiels, menant à des conclusions imprévues et de grande portée. En mettant à la portée des savants une technique de la manipulation des chromosomes, les auteurs de ce livre, qui est bien édité et amplement illustré, ont rendu un grand service à la recherche en lui donnant une nouvelle impulsion. Beaucoup de chercheurs accueilleront ce livre avec plaisir et en tireront grand profit. Il est évident, en outre, que si nous voulons parvenir à démêler et à comprendre la structure et le comportement des chromosomes dans toute leur complexité, et à nous rendre maîtres des processus fondamentaux de la vie, une interpénétration profonde entre la cytologie, la chimie et la physique est alors non seulement désirable, mais nécessaire. La valeur scientifique de ce livre réside dans son importante contribution à ce but.

P. C. KOLLER

# Notes biographiques sur les collaborateurs

## J. HAMMOND.

C'est un physiologiste de l'Institut de Nutrition Animale de l'Université de Cambridge et un membre de *Downing College*. Né en 1889, il est le fils d'un fermier du Norfolk et le petit-fils d'un des membres fondateurs du *Red Poll Cattle Herd-book*. Après avoir fait ses études de Sciences Naturelles à Cambridge, il étudia l'agriculture avec le professeur T. B. Wood, puis se spécialisa dans la physiologie des animaux de la ferme. Il a appliqué les connaissances scientifiques modernes à certains problèmes d'élevage et a publié des articles et des livres nombreux sur ces sujets. Membre de beaucoup de sociétés scientifiques tant anglaises qu'étrangères, il a été en 1932 professeur à titre temporaire de production et de physiologie animales au *Iowa State College* (Ames, Iowa, U.S.A.). Il étudia les problèmes de sélection aux tropiques (Indes) pour le compte de la Commission Impériale d'Achat et sait comment se présentent les mêmes questions aux îles Fiji, à Ceylan et au Brésil. A la demande des Conseils de la Recherche Scientifique et Industrielle de Nouvelle Zélande et d'Australie, il se rendit dans ces pays pour visiter leurs industries d'élevage. Il alla en Argentine pour voir les méthodes de production de bœuf et d'agneau de boucherie en qualité de Conseil Scientifique auprès de la Corporation Argentine des Producteurs de Viande. Son projet d'épreuve des carcasses des agneaux argentins destinés au marché anglais se révéla si fructueux qu'il fut aussi adopté en Uruguay, tandis que l'Australie, la Nouvelle Zélande, l'Exposition Laitière Britannique et l'Association Nationale des Éleveurs de Porcs emploient des méthodes suggérées par lui pour classer les carcasses de porc à viande et à lard.

## D. McKIE.

Il naquit dans le Monmouthshire en 1896; il est malgré cela de race écossaise. Après quelques années passées dans l'armée, il entra au *University College*, à Londres, en 1920 et, en tant qu'élève du professeur W. E. Garner, poursuivit des recherches sur les chaleurs d'absorption des gaz par le charbon. Puis il passa de la chimie physique à l'histoire de la chimie et est actuellement professeur de la section de l'Histoire des Sciences de l'Université de Londres. Il a écrit beaucoup d'articles sur l'histoire de la chimie et a publié en 1935 une biographie de Lavoisier qui fait autorité. Son livre, *Discovery of Specific and Latent Heats* (en collaboration avec N. Heathcote), a établi la priorité du travail de Joseph Black en la matière. C'est l'un des fondateurs et des éditeurs des *Annals of Science*.

## J. R. PARTINGTON.

Né en 1886 à Bolton (Lancashire); c'est un Anglais du Nord en même temps qu'un Écossais par ses origines, et il prétend réunir en lui beaucoup des caractères des deux pays. Il fit ses études à l'Université de Manchester, où il fut élève de H. B. Dixon, puis continua ses travaux de chimie physique et de thermodynamique à l'Université de Berlin sous la direction de Nernst et de Planck. Il revint à Manchester comme membre de la section de Chimie de l'Université, et, de 1914 à 1919, il servit dans l'armée et au Ministère des Munitions. Depuis 1919 il est professeur de chimie à l'Université de Londres (*Queen Mary College*). Il a publié beaucoup d'articles et de livres de chimie minérale et de chimie physique, de thermodynamique, sur l'industrie des métaux alcalins, sur les chaleurs spécifiques des gaz, et de chimie mathématique. Il a de vastes connaissances de l'histoire de la chimie. Son livre, *Origins and Development of Applied Chemistry*, traite un vaste sujet: la préhistoire de la chimie, jusque-là inexplorée.

## C. F. POWELL.

Il est né en 1903 et fit ses études à *Judd School*, à Tonbridge, et à *Sidney Sussex College*, à Cambridge. De 1925 à 1927 il fit des recherches au Laboratoire Cavendish sous la direction de C. T. R. Wilson et de Lord Rutherford, s'occupant de phénomènes de sursaturation et appliquant ses résultats aux problèmes concernant les machines à vapeur, spécialement au passage de la vapeur dans les tuyères. Ensuite il collabora avec le professeur A. M. Tyndall, à l'Université de Bristol, dans un travail sur la mobilité des ions gazeux. En 1936 il fut adjoint comme physicien à l'expédition, organisée conjointement par le *Colonial Office* et par la *Royal Society*, qui se rendit à Montserrat (Antilles britanniques) pour étudier les activités sismiques.

## A. TRUEMAN.

Il est né à Nottingham en 1894 et fit ses études dans cette ville à *University College*. Il a été professeur de géologie au Pays de Galles (Swansea, 1920–33), en Angleterre (Bristol 1933–37), et en Écosse (Glasgow, depuis 1937). Ses premières recherches portèrent sur les roches jurassiques et sur les aspects les plus théoriques de la paléontologie, mais dans le sud du Pays de Galles il commença des travaux sur la géologie des régions minières, dont les résultats ont été appliqués à toutes les régions minières anglaises. Pendant de nombreuses années il s'est efforcé de faire tenir une place plus importante à l'étude de la géologie dans les écoles et dans les universités et a écrit plusieurs livres de vulgarisation sur l'aspect culturel de la question. Il est lauréat de la Société de Géologie et du *South Wales Institute of Engineers*.

## P. ADORJAN.

Il est né en 1905 et fit ses études d'ingénieur électricien à *City and Guilds College*, à Londres. Il fut engagé en 1932 à la *Rediffusion Limited* comme ingénieur chargé de l'extension, et devint ingénieur en chef en 1936. Depuis 1941 il est directeur technique de *Broadcast Relay Service Limited*. En 1941 il a passé cinq mois en Amérique en relation avec les filiales canadiennes de sa société, pour la production de guerre. Il a publié plusieurs articles techniques relatifs aux communications radiophoniques et à la retransmission (communication par câble). C'est un des fondateurs du Club de Planeurs de L'*Imperial College;* il a pris une part active aux expériences sur les planeurs jusqu'à environ 1932.

*Fabriqué et imprimé en Grande-Bretagne par* THE KYNOCH PRESS, *Witton, Birmingham, 6, pour les éditeurs,*
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, *Londres,* S.W.1